STUDIEN

ÜBER DIE

HIRNRINDE DES MENSCHEN

VON

DR. S. RAMÓN Y CAJAL
PROFESSOR DER HISTOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT MADRID.

AUS DEM SPANISCHEN ÜBERSETZT VON

OBERARZT DR. JOHANNES BRESLER
DIRIG. ARZT DES DEUTSCHEN SAMARITER-ORDENSSTIFT, KRASCHNITZ (SCHLES.)

---

3. HEFT: DIE HÖRRINDE.

MIT 21 ABBILDUNGEN.



LEIPZIG
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH
1902.

STUDIEN

ÜBER DIE

HIRNRINDE DES MENSCHEN

VON

DR. S. RAMÓN Y CAJAL

PROFESSOR DER HISTOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT MADRID.

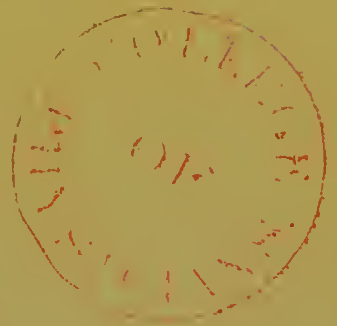
AUS DEM SPANISCHEN ÜBERSETZT VON

OBERARZT DR. JOHANNES BRESLER

DIRIG. ARZT DES DEUTSCHEN SAMARITER-ORDENSSTIFTS, KRASCHNITZ (SCHLESIEN).

3. HEFT: DIE HÖRRINDE.

MIT 21 ABBILDUNGEN.





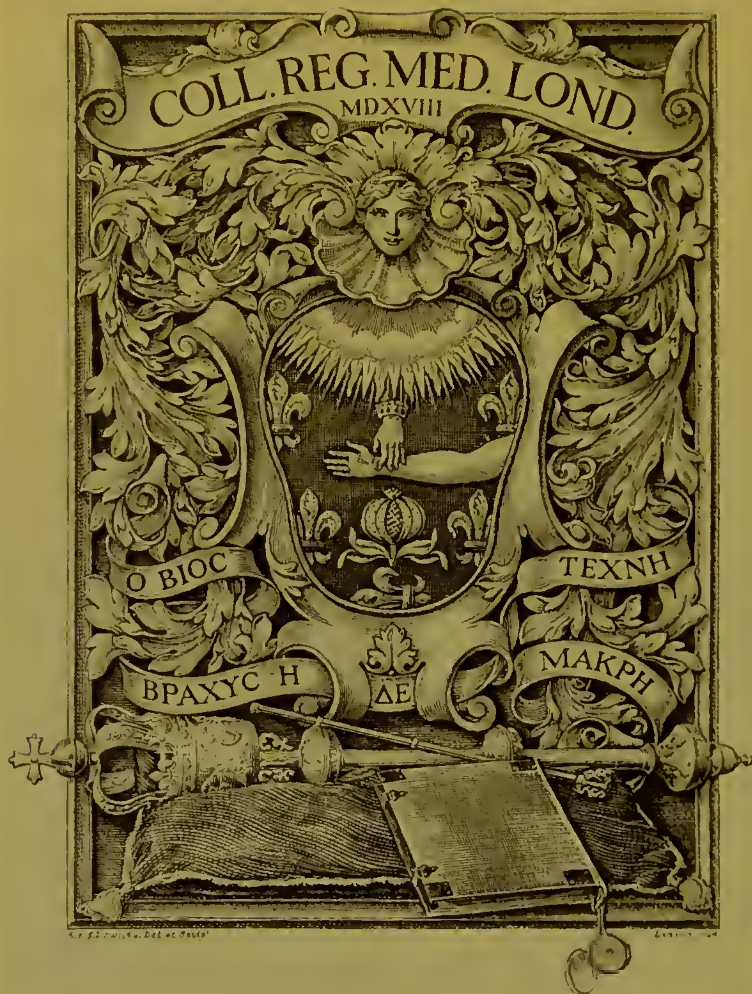
LEIPZIG

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH

1902.

Druck von C. Grumbach in Leipzig.

Inhalt.


COLL. REG. MED. LOND.
MDXVIII
O BIOC
TEXNH
BPAXYC H
ΔE
MAKPH

EINLEITUNG.

Die nachstehenden Untersuchungen beschäftigen sich mit der Temporalrinde des Menschen, speciell mit der ersten Temporal- und den Inselwindungen, Bezirken, welche die Pathologen für den Hauptsitz des Hörvermögens halten. Diese functionelle Localisation ist — in ihren allgemeinen Zügen wenigstens und abgesehen von Speciesunterschieden — auch für die gyrencephalen Thiere, z. B. Hunde und Affen, bestätigt worden (Munk, Luciani, Seppilli, Ferier, Monakow etc.). So hat Munk mittelst der Methode der Abtragung nachgewiesen, dass die Hörsphäre beim Hunde in der Mitte der zweiten und dritten Temporalwindung sich befindet. Wird dieser Theil beiderseits exstirpirt, so vermag das Thier nicht mehr auf acustische Reize zu reagiren. Diese Gegend ist als ein reines Sinnescentrum zu betrachten, ganz und gar dem optischen an der Spitze des Occipitallappens vergleichbar; es handelt sich also nicht um ein Vorstellungscentrum oder ein solches für Erinnerungsbilder, sondern einzig um die Rindenstelle, in welcher acustische Wahrnehmung stattfindet. Die Sphäre für die Erinnerungstonbilder, d. h. der Ort, von dessen Thätigkeit das Verständniss der Sprache ausgeht, dürfte tiefer liegen, nicht weit von dem Temporalende. Die Abtragung dieses Theils der Rinde führt beim Hund zur Worttaubheit bezw. zu dem gänzlichen Unvermögen, die Bedeutung von Befehlsworten oder von Geräuschen und Stimmen zu verstehen.

Die Resultate der anatomisch-pathologischen Methoden stimmen mit denen der physiologischen Experimente überein. Werden die secundären, im hinteren Vierhügelpaar entspringenden acustischen Bahnen unterbrochen, so entstehen aufsteigende Degenerationen, welche im Tem-

porallappen des Gehirns enden; und umgekehrt: wird dieser Lappen exstirpirt, so entstehen Degenerationen und Atrophieen, welche bis zu den hinteren Vierhügeln und zum inneren Kniehöcker (Monakow) hinabsteigen.

Beim Menschen ist die Hörsphäre des Gehirns viel ausgedehnter als bei den Thieren und zeigt viel complicirtere Verhältnisse, was zweifellos von der anatomischen Anpassung an die Fähigkeit des articulirten Sprechens und an das musikalische Verständniss bedingt ist. Nach Dejérine umfasst beim Menschen die Sprachgegend die ganze Umgebung der Sylvius'schen Spalte und die Inselwindungen und erstreckt sich nach hinten bis auf die Supramarginalwindung und einen Theil der Basis des Occipitallappens. Nach unten zu werden ihre Grenzen gebildet durch den unteren Rand der ersten Temporalwindung. Gleiche Localisation haben andere Pathologen, besonders Monakow, Wernicke etc. festgestellt.

Leider fehlt es noch an einer präciseren Grenzenbestimmung für die Hörfunction beim Menschen. Es wäre einestheils genau der Rindenbezirk für die Wahrnehmung der Töne, der Musik und der Worte zu erforschen und von derjenigen Sphäre zu unterscheiden, welche die acustischen Erinnerungsbilder und die ideomotorischen Coordinationsbewegungen der Sprache birgt; anderntheils die den einzelnen Species von acustischen Erinnerungsbildern entsprechenden Bezirke von einander abzusondern. Da es bisher nicht gelungen ist, solche detaillirte Localisationen zu schaffen, so müssen wir uns damit begnügen, zum Führer bei unseren anatomischen Untersuchungen die den acustischen Empfindungen und Erinnerungsbildern gemeinsame physiologische Localisation zu nehmen. Der Ort der acustischen Empfindung ist nicht genau bestimmt, jedoch weiss man, dass er im oberen Theil des Temporallappens liegt, wie aus den von Wernicke, Friedländer, Pick und Anderen veröffentlichten Fällen hervorgeht, bei denen eine mehr oder weniger ausgesprochene Erweichung der Temporallappen vollständige Taubheit verursachte.

Da also eine physiologische Localisation nicht vorhanden ist, welche eine topographische Trennung der acustischen Projections- und Associationsbezirke gestattet, so bleibt nur übrig, methodisch die ganze

Temporalrinde zu untersuchen, mit Ausnahme des Lobulus pyriformis und des Ammonshorns, deren Beziehung zum Riechvermögen nicht in Zweifel steht.

In der nachfolgenden Studie kam es uns hauptsächlich darauf an, nachzuweisen, ob, wie bei der Sehrinde, die acustische sich ebenfalls von der übrigen durch eine anatomische Besonderheit unterscheidet, welche, topographisch der physiologischen Localisation der Gehörsfunction entsprechend, uns als Richtschnur für eine bessere Absteckung der Grenzen der letzteren dienen kann. Und da alle Pathologen als Hauptsitz des geistigen Hörens die vordere Hälfte der ersten Temporalwindung bezeichnen, so wollen wir mit der Analyse dieser die anatomische Untersuchung der Temporalrinde des Menschen beginnen.

An unserer bewährten Methode festhaltend, bedienten wir uns als Materials der Hirnrinde neugeborener, oder bis zu 30 Tage alter Kinder, bei welcher das Golgi'sche Verfahren befriedigende Resultate zeitigt. Der Vollständigkeit halber untersuchten wir jedoch auch die Hirnrinde Erwachsener mit der Nissl'- und Weigert-Pal'schen Methode.

I. RINDE DER ERSTEN TEMPORALWINDUNG.

Unsere Kenntnisse von der Structur der Temporalrinde im Allgemeinen und von der ersten Windung im Besonderen sind sehr spärlich und unklar.

Nach Betz[1]) characterisirt die Rinde der drei Temporalwindungen die Existenz einer dicken fünften Schicht (Schicht der Spindelzellen) und das Vorhandensein von kleinen Zellen in der dritten Schicht (Schicht der grossen Pyramiden).

C. Hammarberg[2]), der zum ersten Male sämmtliche Windungen der menschlichen Hirnrinde einer systematischen Untersuchung mit der Nissl'schen Methode unterworfen hat, kennt im Gyrus temporalis superior die folgenden Schichten:

Erste oder Molecularschicht, bestehend aus einigen kleinen, vereinzelt liegenden Zellen ohne characteristische Anordnung. Breite ca. 0,20 mm.

Zweite Schicht (Schicht der kleinen Pyramiden); Durch-

messer 9 : 15 μ, nach der Tiefe hin zunehmend, woselbst der Uebergang in die

Dritte Schicht (grosse Pyramiden) stattfindet; die tiefer gelegenen Zellen derselben besitzen einen Durchmesser von 20 : 30 μ, während er bei den oberflächlichen nicht mehr als 12 : 22 μ beträgt.

Vierte Schicht (Körner); kleine Pyramiden und unregelmässige Zellen.

Fünfte Schicht. — In ihr sind grosse Pyramiden von 20 : 30 μ mit mittelgrossen oder kleinen Pyramiden von 10 : 18 μ vermischt.

Sechste Schicht (Spindelzellen); sehr breit, 1,20 mm; besteht aus verlängerten spindelförmigen Zellen, deren Durchmesser 9 : 30 μ.

Die mittlere, untere und innere Temporalwindung unterscheidet sich von der vorstehenden darin, dass die Zellen der dritten Schicht und der fünften (ganglionäre Zellen) grösser sind, jedoch ohne den Umfang von Riesenzellen zu erreichen.

Nach Schlapp[3]) entspricht die Temporalrinde dem von ihm als zweiten bezeichneten Rindentypus, d. h. jenem, bei welchem die Schicht der pygnomorphen Riesenzellen durch die Einschiebung einer Körnerschicht in zwei Lagen getheilt erscheint. Darnach enthält sie folgende Schichten: Erste oder Tangentialfaserschicht; zarter als beim ersten (motorischen) Typus. Zweite oder Schicht der äusseren polymorphen Zellen (kleine Pyramiden bei anderen Autoren). Dritte Schicht oder Schicht der parapygnomorphen Zellen (mittelgrosse Pyramiden). Vierte oder Schicht der pygnomorphen Pyramiden (oberflächliche Riesenzellen). Fünfte oder Körnerschicht, entsprechend der vierten Hammarbergs; sie enthält kleine multipolare Zellen von 6 : 6 oder 6 : 7 μ. Sechste oder Schicht der pygnomorphen Pyramiden, welche dem tieferen Theil der Schicht der grossen Pyramiden des motorischen Rindentypus entspricht. Jedoch erreichen diese Zellen hier nicht dieselbe Grösse wie im motorischen Typus. Siebente oder Schicht der inneren polymorphen Zellen (Meynert's Spindelzellen).

Bezüglich der Bedeutung der Schicht der Körner meint Schlapp, dass solche kleinen Zellen nicht als Associationsneurone betrachtet werden können, da sie in beträchtlicher Menge in den eigentlich sensorischen Regionen vorhanden sind; wahrscheinlich sind sie beim

Akt der Empfindung selbst betheiligt, wenn es auch gegenwärtig unmöglich ist, die Art ihrer Betheiligung zu präcisiren.

Dies sind die wenigen anatomischen Daten, welche wir über die Hörgegend der Temporallappen sammeln konnten. Man sieht daraus, dass unsere Kenntniss von der Morphologie und den Verbindungen der Zellen dieses Theils der grauen Hirnrinde sehr viel zu wünschen übrig lässt und weitere und eingehendere Untersuchungen gebietet. In den folgenden Kapiteln wollen wir die Resultate unserer Forschungen mittheilen.

Aufzählung der Schichten und Untersuchung derselben mit der Nissl'-, Weigert'- und Golgi'schen Methode. — Auf senkrecht durch die erste Temporalwindung des erwachsenen Menschen gelegten und nach Nissl gefärbten Schnitten findet man folgende Schichten: 1. plexiforme Schicht (oder moleculare der Autoren); 2. kleine Pyramiden; 3. mittelgrosse Pyramiden; 4. Riesenpyramiden; 5. Körner oder kleine Nervenzellen; 6. mittelgrosse tiefe Pyramiden; 7. spindelförmige oder dreieckige Zellen.

Dicke und Ausdehnung dieser Schichten sind sehr verschieden. So ist z. B. die plexiforme Schicht, wie Schlapp bemerkt, viel zarter als die entsprechende der motorischen Rinde und schwankt ihre Dicke zwischen 0,20 und 0,22 mm. Die Schicht der kleinen Pyramiden ist sehr reich an Zellen und misst 0,26 bis 0,28 mm; die der mittelgrossen Pyramiden ist zellenärmer und misst einige 0,40 mm; die der grossen Pyramiden hat ungefähr denselben Umfang wie die plexiforme, ist also klein im Vergleich zu der gleichnamigen der motorischen Rinde; die der Körner schwankt zwischen 0,24 und 0,28 mm; die der tiefen mittelgrossen Pyramiden, von der darunterliegenden schlecht abgegrenzt, ist sehr dick: 0,70 bis 0,75 mm; es bleibt somit für die letztere, die siebente, noch ein Raum von 0,50 bis 0,55 mm übrig. Die gesammte Dicke der tiefen Schichten (5., 6. und 7.) ist daher etwas grösser als diejenige der übrigen, so dass, wenn die graue Substanz längs der Schicht der Körner getheilt wird, zwei horizontale, fast gleich dicke Lagen entstehen.

Vorstehende Maasse beziehen sich auf die convexen Theile bezw. den Gipfel der Windungen. Die ebenen oder seitlichen, den Furchen entsprechenden Partieen sowie die Concavitäten haben eine geringere

Fig. 1.



Querschnitt durch die erste Temporalwindung des erwachsenen Menschen. Nissl-Methode.

1, plexiforme Schicht; 2, kleine Pyramiden; 3, mittelgrosse Pyramiden; 4, oberflächliche grosse Pyramiden; 5, Körner oder kleine Sternzellen; 6, tiefe mittelgrosse Pyramiden; 7, Spindelzellen.

Dicke. Nur die erste oder plexiforme Schicht scheint nicht dünner zu werden, vielmehr scheint sie zuzunehmen; die übrigen verlieren an Umfang, die zweite bis zu 0,18 oder 0,20 mm, die dritte bis 0,35, die vierte bis 0,18. Die fünfte verringert sich wenig; hinwiederum die beiden letzten, die statt 1,20 oder 1,30 mm nur 0,75 oder 0,80 mm messen. Diese Verringerung der von den Schichten eingenommenen Felder compensirt sich, allerdings nur theilweise, durch eine entsprechend grössere Gedrängtheit der sie bevölkernden Zellen.

Plexiforme Schicht. In Nissl-Präparaten hat sie dasselbe Aussehen wie in der motorischen Rinde.

Neben den Neurogliakernen, die oft zu Inseln angehäuft sind, beobachtet man einige Zellen mit voluminösem Kern, welche den grossen horizontalen Zellen entsprechen, sowie den mittelgrossen und kleinen Zellen mit kurzem Axencylinder.

Die grossen horizontalen Zellen sind spärlich, die eine und die andere von birnenförmigem oder marginalem Typus (Fig. 1). Doch fehlt es auch nicht an Spindelzellen, welche sich horizontal durch diese Schicht erstrecken; jedoch scheint sich dieser Zelltypus mit Vorliebe im unteren Drittel dieser Schicht anzusiedeln, woselbst sie manchmal schräg oder vertical gerichtet sind. An guten Nissl-Präparaten beobachtet man auch, dass die kleinen und mittelgrossen Zellen mit kurzem Axencylinder häufig von einem Ring von Neurogliazellen umgeben sind, anscheinend zu dem Zwecke, um zu stürmische Berührung mit den Büscheln der Pyramiden zu vermeiden.

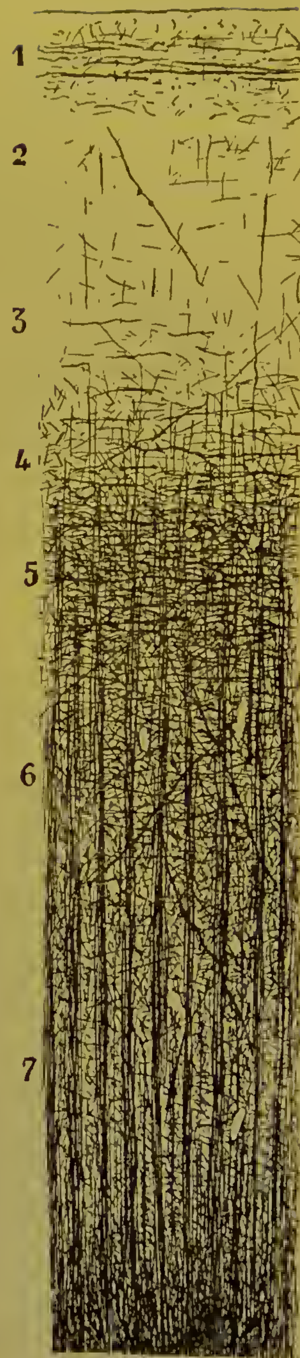
Die Weigert-Pal'sche Methode zeigt in der ober-

flächlichen Hälfte der ersten Schicht die bekannten Tangentialfasern, von denen einige ungewöhnliche Dicke besitzen (Fig. 2); die tiefere Hälfte beherbergt feinere Markfasern von verschiedener Richtung, zu einem weiten Geflecht angeordnet.

Die dicken Tangentialfasern verlaufen in verschiedener Richtung oft quer zur Windung, und lassen sich durch weite Strecken verfolgen, ohne dass man eine Neigung, sich in die Rinde zu versenken, beobachten kann. Ihre aussergewöhnliche Dicke sowie der Umstand, dass sie sich nicht in Radiärfasern fortsetzen, lassen auch vermuthen, dass sie, wie wir schon in der Studie über die motorische Hirnrinde zeigten, die Axencylinder der Horizontalzellen darstellen. Was die feineren Markfasern anlangt, welche nach aussen und nach unten von den Tangentialfasern liegen, so gehören sie, wie wir bald sehen werden, den präterminalen Verzweigungen der aufsteigenden Martinotti'schen Fasern an.

Die Golgi'sche Methode färbt sehr deutlich die Zellen und Fasern der plexiformen Schicht, welche in der Temporalrinde kein besonderes Verhalten zeigen. Wir stehen deshalb davon ab, hier die in den früheren Arbeiten gegebene Schilderung zu wiederholen. In Fig. 3, welche der Temporalrinde eines einmonatigen Säuglings entspricht, sind verschiedene Typen von Specialzellen (birnenförmige, dreieckige, spindelförmige etc.) dargestellt; man sieht darin auch eine kleine Zelle mit kurzem und horizontalem Axencylinder und ausserdem zwei ebensolche Zellen, deren Axen-

Fig. 2.



Schnitt durch die erste Temporalwindung des Menschen. Weigert-Pal'sche Methode. Die Ziffern entsprechen den Schichten.

cylinder hinabsteigt und sich in eine dichte Verzweigung auflöst, die im tieferen Theil dieser Schicht und am oberen Rand der zweiten gelegen ist (*J*).

In Chromsilberpräparaten, in denen Nerven-Fasern und -Plexus gut imprägnirt erscheinen, zeigt die plexiforme Schicht eine grosse Zahl von Nervenfasern von bestimmter Bedeutung und Herkunft; man kann sie in horizontale und verticale trennen.

Fig. 3.



Zellen der ersten und zweiten Schicht der Rinde eines einmonatigen Kindes.

A, dreieckige Zelle; *B*, birnenförmige Zelle; *C*, spindelförmige, horizontale Zellen; *E*, bipolare verticale Zelle; *D*, Zelle mit kurzem, schlaffem Axencylinder; *J*, Zellen mit dünnem Axencylinder, aufgelöst in eine dichte Verzweigung an der Grenze der zweiten Schicht; *F*, *G*, *H*, Zellen mit kurzem Axencylinder der zweiten Schicht; *I*, dünner aufsteigender Axencylinder in dem oberflächlichen Theil der zweiten Schicht endigend.

Die horizontalen Fasern (Fig. 4) bilden 3 Lagen: eine mittlere, obere und untere. Die mittlere enthält, nicht ausschliesslich, aber vorzugsweise, die Axencylinder der Special- oder Horizontalzellen, Axen, welche man am sichersten an ihrer Dicke, ihrem varikösen Aussehen,

der aussergewöhnlichen Länge und der Existenz von Collateralen erkennt, die rechtwinklig entspringen und mit mässigen, kurzen Verzweigungen endigen. Jedoch sind einige Collateralen dieser Axencylinder lang genug, um bis in die Schicht der kleinen Pyramiden zu gelangen (Fig. 4, *G*). Die äussere, submeningeale Lage ist der hauptsächliche Verzweigungsort der aufsteigenden Martinotti'schen Fasern, welche nach ihrer Spaltung sich in variköse, häufig zu pericellulären Geflechten angeordnete Collateralen auflösen. Diese Nester oder Geflechte, welche wir in Fig. 4, *H*, darstellen, treten mit den Körpern der Special- oder Horizontalzellen der ersten Schicht in Contact. In der unteren Lage laufen ebenfalls Endverzweigungen zusammen, und zwar von aufsteigenden Axencylindern, wenn auch der hier erzeugte Plexus lockerer und schlaffer ist als der an dem submeningealen Rand befindliche. Wie aus Fig. 4, *E* und *K*, ersichtlich, senden einige Martinotti'sche Fasern Endäste nicht nur zur äusseren, sondern auch zur inneren Lage des Plexus der ersten Rindenschicht.

Die verticalen Fasern repräsentiren in der Mehrzahl aufsteigende Martinotti'sche Fasern, die aus spindel- oder sternförmigen, über die ganze Rinde vertheilten Zellen entspringen. In Fig. 4 sieht man die aufsteigenden Fasern aus guten Präparaten der Hörrinde eines einmonatigen Kindes. Der Uebersichtlichkeit halber haben wir die Ursprungszellen nicht dargestellt. Man beachte, dass diese Fasern drei Haupttypen angehören: 1. starker aufsteigender Axencylinder, in seinem Verlauf durch die Pyramiden wenig oder gar nicht verzweigt und mit einer in dem äusseren Theil der ersten Schicht gelegenen Bifurcation endigend (Fig. 4, *D*); 2. starker aufsteigender Axencylinder, der zahlreiche Verzweigungen auf der Strecke durch die dritte und zweite Schicht abgiebt und mit vielen horizontalen, öfters gespaltenen Aesten in der tiefen Partie der ersten Schicht endet (*F*); 3. aufsteigende Axencylinder, welche sich durch eine im Anfangstheil erfolgende bogenförmige Krümmung (Fig. 4, *E*), besonders aber durch zahlreiche feine verticale, bald aufsteigende (*E*), bald absteigende (*K*) Collateralen auszeichnen; 4. endlich dünne, gewundene Fasern, welche, wenn man sie nach unten verfolgt, die obersten Aestchen der Nervenfaserverzweigung irgend einer mittelgrossen doppeltgebüschelten Zelle darstellen (*L*).

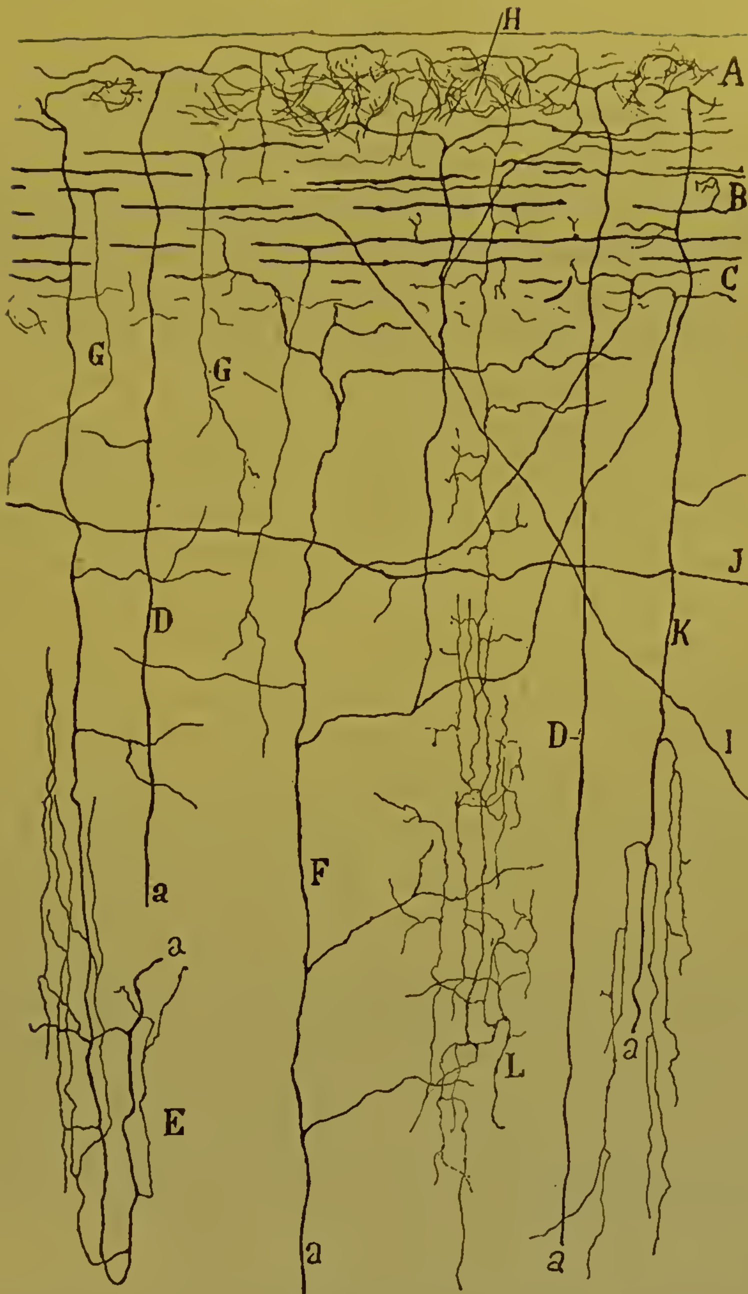
Aus der vorstehenden Uebersicht ergiebt sich, dass die aufsteigenden Nervenfasern beim Menschen ein complicirtes intracorticales Associationssystem darstellen, vermöge dessen eine zweifache Verbindung mit Pyramidenzellen bewerkstelligt wird: eine directe zwischen den Anfangscollateralen dieser Fasern und dem Schaft der benachbarten Pyramiden, und eine indirecte, entferntere, vermittelt durch die Specialzellen der ersten Schicht, welche mit ihrem Körper in Contact mit den erwähnten Verzweigungen treten und sich wahrscheinlich durch ihren Axencylinder mit weit entfernt gelegenen Gruppen von Pyramiden verbinden. Man muss jedoch gestehen, dass diese letzte Verbindung nur eine hypothetische ist, da noch unbekannt, wo der Axencylinder der Specialzellen der ersten Schicht seine Endverzweigung hat.

Der Vollständigkeit halber erwähnen wir noch das Vorhandensein gewisser schräger aufsteigender, gewöhnlich dünner Fasern, deren Herkunft wir nicht näher zu bestimmen vermochten. Vielleicht stellen sie rückläufige Collateralen von Pyramidenaxencylindern dar (Fig. 4, *I*).

Schicht der kleinen Pyramiden. — In Nissl-Präparaten besteht sie aus zahlreichen kleinen oder mittelgrossen Zellen, die durch ein spärliches intercellulares Geflecht zusammengedrängt, bezw. unter einander getrennt sind. Unter ihnen treten in den oberflächlicheren Ebenen dieser Schicht einige Pyramiden hervor, erkennbar sowohl an ihrer Gestalt wie an dem verhältnissmässig grossen Umfange (10 : 15 μ), überdies auch durch die Affinität des Protoplasmas zu den Anilinbasen. Die überwiegenden Zellen sind jedoch nicht Pyramiden, sondern Zellen mit kurzem Axencylinder, die sich in diesen Präparaten durch ihre dreieckige, spindelförmige oder polygonale Form und geringe Färbbarkeit mit Thionin auszeichnen. Nicht selten trifft man den Zellkörper dieser kleinen Elemente gewissermassen innerhalb der Membran retrahirt an. Zuweilen, besonders wenn man die zweite Schicht mit einer guten apochromatischen Linse untersucht, begegnet man dreieckigen oder polygonalen Zellen von relativer Grösse, die, wie aus Golgi-Präparaten ersichtlich, Zellen mit kurzem Axencylinder darstellen.

Uebrigens fördert die Golgi-Methode in der zweiten Schicht keine specifische Zelle zu Tage, die wir nicht aus dem Studium der übrigen Rindengegenden kennen. In Fig. 6, *a*, *b*, stellen wir einige mittelgrosse und

Fig. 4.



Plexiforme Schicht und Martinotti'sche Fasern der Rinde des einmonatigen Kindes.

A, äussere Lage der ersten Schicht; *B,* mittlere; *C,* innere; *D,* dicke, wenig verzweigte Martinotti'sche Fasern; *E,* Fasern, die in ihrem Anfang Bündel von verticalen Collateralen bilden; *F,* Faser mit weitschweifiger Verzweigung; *G,* Collateralen von Tangentialfasern; *L,* hohe Aeste des Axencylinders einer doppeltgebüschelten Zelle; *a,* Ursprungstheil des Axencylinders.

kleine Pyramidenzellen dar, deren Axencylinder auf weite Strecken verfolgt wurde; auf seinem Anfangsverlauf entsprangen vier, fünf oder mehr Collateralen, von denen einige nach aussen zogen und unter Verzweigungen bis an die Grenze der plexiformen Schicht gelangten. Andere Pyramiden wiederum (Fig. 6) zeigten nur spärliche Nervencollateralen.

Die Zellen mit kurzem Axencylinder sind, wie gesagt, zahlreicher als die Pyramiden und gehören allen in der optischen und motorischen Rinde beschriebenen Typen an. Um Wiederholungen zu vermeiden, beschränken wir uns darauf, die in unseren Präparaten am häufigsten beobachteten Typen in Fig. 3 und 5 zu reproduciren. Man begegnet folgenden:

1. Grosser sternförmiger Typus mit diffus und in kurzer Entfernung verzweigtem Axencylinder (Fig. 3, *H*). 2. Kleiner sternförmiger Typus, dessen Axencylinder sich an der Grenze der ersten und zweiten Schicht verzweigt; einige Aestchen dringen in die erste Schicht ein (Fig. 3, *F*). 3. Ebenfalls kleiner Typus, in der Nähe dieser Schicht gelegen, dessen feiner Axencylinder zwei Verzweigungen bildet, eine aufsteigende und eine absteigende (Fig. 3, *G*). Von dieser Species sind in Fig. 5, *A* u. *B* zwei etwas grössere und tiefer gelegene Zellen dargestellt, deren aufsteigende Verzweigung bis in die plexiforme Schicht reicht, die absteigende bis in die Mitte der Schicht der mittelgrossen Pyramiden. 4. Sternförmiger, grosser oder mittelgrosser Typus mit absteigendem, in einem grossen Theil der dritten und dem unteren Theil der zweiten Schicht verzweigtem Axencylinder (Fig. 5, *C*, *B*). 5. Endlich kleine und mittelgrosse Zellen, die in verschiedenen Ebenen der zweiten und auch noch im oberen Theil der dritten Schicht gelegen sind und deren dünner aufsteigender Axencylinder im äusseren Drittel der zweiten Schicht und an der plexiformen eine sehr complicirte, dichte Verzweigung bildet, in deren Maschen sich eine Gruppe von kleinen Pyramiden befindet. Diese Zellen sind auch in der optischen und motorischen Rinde vorhanden, vielleicht noch zahlreicher als in der acustischen (Fig. 3, *I*).

Dritte Schicht oder mittelgrosse Pyramiden. — Von der zweiten deutlich abgegrenzt, setzt sie sich allmählich in die vierte fort, von der sie nur künstlich zu trennen ist. Die Nissl'sche Methode zeigt in ihr Pyramiden von 13 : 20 μ, deren Protoplasma mit feinen chromati-

schen Körnern und Gittern besetzt scheint. Zwischen den Zellen existiren weite Zwischenräume, die zweifelsohne von Protoplasmaverzweigungen und Nervengeflechten ausgefüllt sind.

In Fig. 5 und 6 sind die hauptsächlichen Zellen, welche sich in der dritten Schicht mit Chromsilber färben, abgebildet; es sind Pyramiden mit langem, und Zellen mit kurzem Axencylinder.

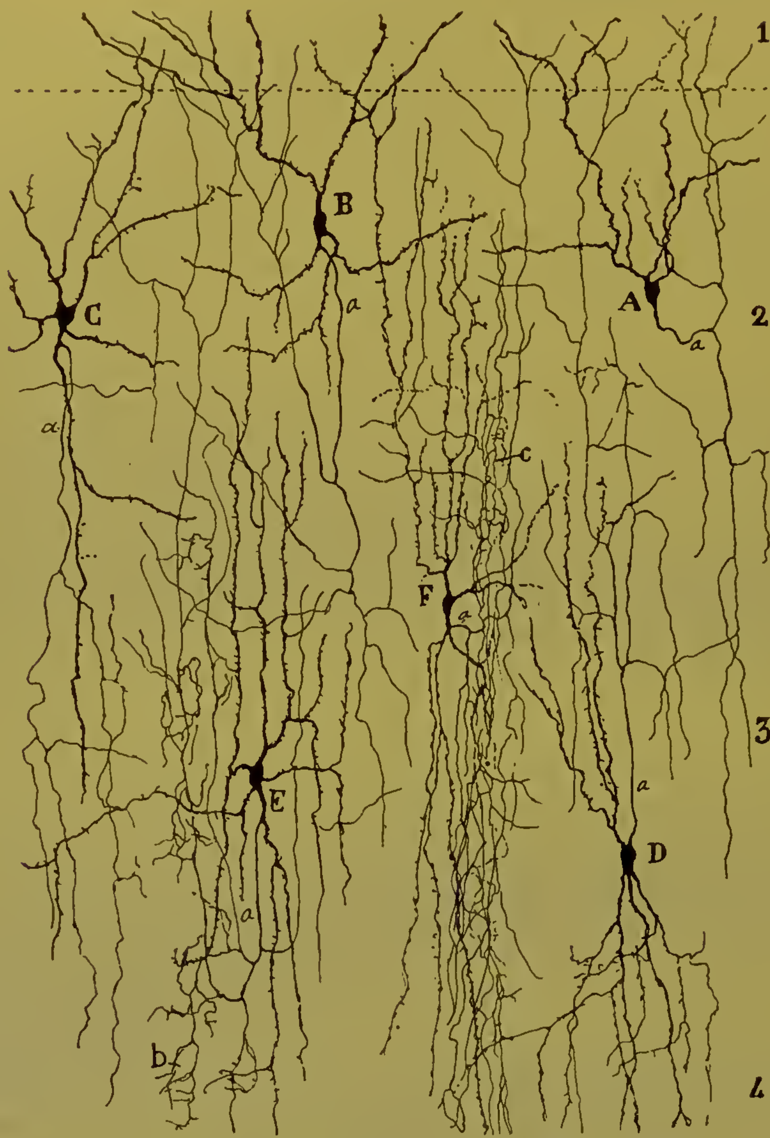
Die Pyramiden bieten morphologisch nichts Besonderes. Ihr Axencylinder liess sich bis in die weisse Substanz verfolgen und setzt sich vermuthlich in eine mittelgrosse Faser derselben fort; die Nervencollateralen der Axencylinder verlaufen in der Mehrzahl schräg oder horizontal und treten mit den Schäften der darunter liegenden mittelgrossen Pyramiden und vielleicht auch mit den die dritte Schicht kreuzenden Schäften der grossen Pyramiden in Verbindung (Fig. 6, *f*).

Die Zellen mit kurzem Axencylinder sind sehr zahlreich und verschiedengestaltig. Da sie fast alle in unseren früheren Arbeiten über die optische und motorische Rinde beschrieben sind, so wollen wir hier nur die Haupttypen erwähnen. 1. Der spindelförmige, grosse Typus, dessen aufsteigender Axencylinder in der plexiformen Schicht endigt, nachdem er mehrere Collateralen an die zweite und dritte Schicht abgegeben hat. 2. Grosser sternförmiger Typus (Fig. 6, *c*), mit aufsteigenden, bis in die erste Schicht sich erstreckenden Dendriten und mit einem Axencylinder versehen, der zunächst eine Strecke lang abwärts steigt, dabei einen Bogen beschreibt, auf dem absteigende Collateralen entspringen, und sich dann vertical wendet und in der plexiformen Schicht vertheilt, ähnlich wie die Martinotti'schen Fasern. 3. Grosse und mittelgrosse Sternzellen mit ab- oder aufsteigendem, in nicht weiter Entfernung von der Zelle verzweigtem Axencylinder. 4. Gebüschelte Zellen. Diese Zellen sind in der Hörrinde sehr zahlreich und über alle Schichten verbreitet, besonders über die zweite, dritte und vierte, und nehmen verschiedene Formen an; es lassen sich jedoch 3 Varietäten unterscheiden:

a) Grosse doppeltgebüschelte Zelle mit ziemlich starken, auf- und absteigenden Dendriten und einem auf- oder absteigenden Axencylinder, dessen Aeste eine lockere und weite, über einen grossen Umkreis sich radiär erstreckende Verzweigung bilden (Fig. 5, *D*).

b) Mittelgrosse und kleine doppeltgebüschelte Zellen, deren beide Büschel aus sehr feinen varikösen Dendriten bestehen, die sich pinsel-

Fig. 5.



Zellen mit kurzem Axencylinder in der zweiten und dritten Schicht.

1, plexiforme Schicht; 2, kleine Pyramiden; 3, mittelgrosse Pyramiden; *A, B, C,* grosse Zellen mit einem in verticale Zweige aufgelösten Axencylinder; *D, E, F,* verschiedene Typen von doppeltgebüschelten Zellen; *a,* Axencylinder.

artig ausstrecken und von den Nervenfaserverzweigungen schwer zu trennen sind; der Axencylinder, von äusserster Zartheit, läuft in axialer

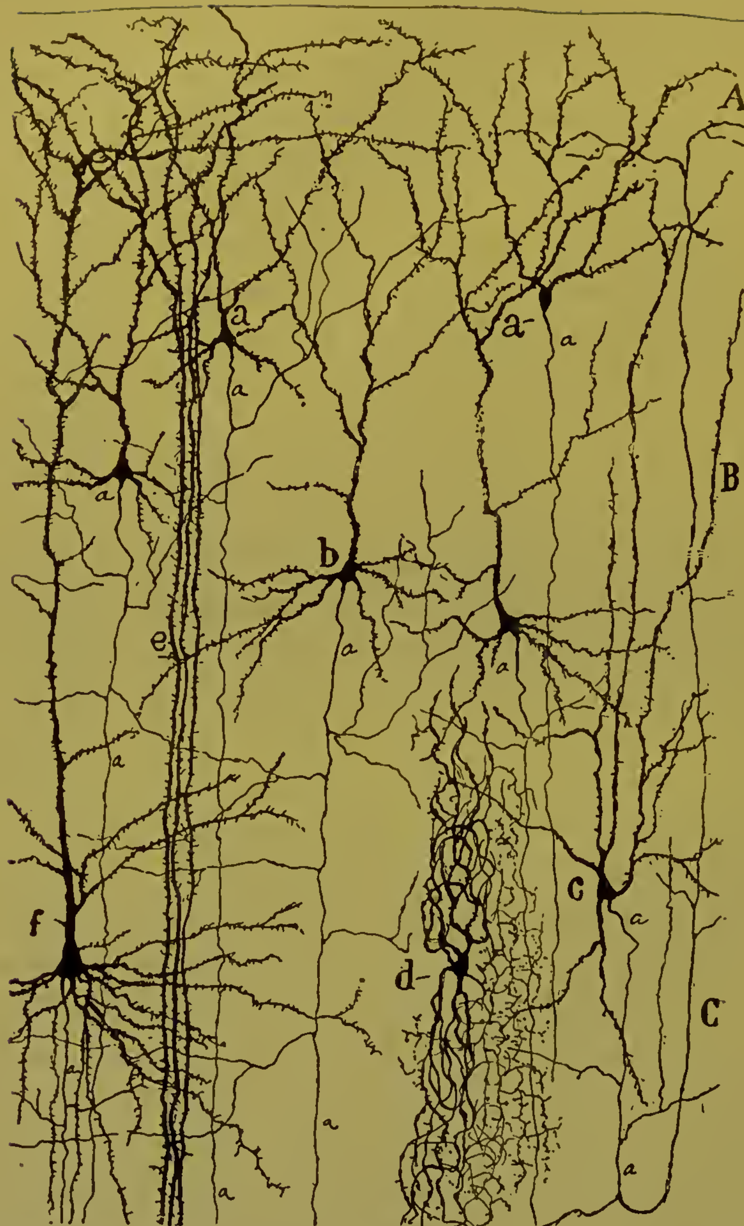
Richtung und löst sich in sehr complicirte radiäre Bündel von varikösen Fasern auf, die sich an den Schaft und den Körper der Pyramiden anlegen (Fig. 5, *F*). Eine Varietät dieser Zellart ist grösser (Fig. 5, *E*), hat stark stachlige Dendriten und einen Axencylinder, dessen oft bogenförmige und rückläufige Zweige sich in variköse, pericelluläre, wahrscheinlich mit den Pyramiden (*b*) sich verbindende Verzweigungen auflösen.

c) Doppeltgebüschelte Zellen mit gekräuselten, welligen, zu einem complicirten Geflecht sich verwickelnden Protoplasmafortsätzen und mit einem Axencylinder, der eine dichte verticale Verzweigung zeigt, die jedoch die Länge wie bei den vorigen Typen nicht erreicht (Fig. 6, *d*). Es wären der Vollständigkeit halber noch die für die acustische Rinde specifischen horizontalen Riesenzellen zu erwähnen, die weder in der zweiten noch in der dritten und vierten Schicht fehlen; doch sollen sie eingehender bei der sechsten Schicht behandelt werden, in der sie am zahlreichsten zu sein schienen.

Vierte Schicht, Riesenpyramiden. — Sie sind hier im Vergleich zur motorischen Rinde spärlich und von geringem Umfange (20 : 28 μ); einige nur so gross wie die Pyramiden der dritten Schicht. Wie aus Fig. 7, *a*, ersichtlich, besitzen sie einen dreieckigen Körper, aus dessen unterem Theile lange und zahlreiche basale Dendriten entspringen, und der sich nach aussen in einen langen, bis in die plexiforme Schicht reichenden Schaft fortsetzt. Eine Anordnung, die vielleicht nicht ausschliesslich in diesem Theil der Rinde sich findet, zeigt Fig. 6, *e*; die Radiärschäfte der grossen Pyramiden ziehen, zu gedrängten Bündeln vereinigt, bis hoch in die zweite Schicht, wo sie auseinandertreten, um getrennt die plexiforme Schicht zu erreichen. Wahrscheinlich verzweigen sich über den Radiärbündeln die Fasern, in welche sich der Axencylinder der kleinen und mittelgrossen Typen der doppeltgebüschelten Zellen auflöst. Die vierte Schicht birgt überdies einige Zellen mit kurzem Axencylinder, die in der Mehrzahl den doppeltgebüschelten Typen und den grossen Zellen mit aufsteigendem Martinotti'schen Axencylinder gleichen oder solchen mit einem Axencylinder, der in geringer Entfernung von der Zelle sich verzweigt und endet.

Fünfte Schicht, Körner oder kleine Zellen. — Die Untersuchung dieser Schicht fördert an Nissl-Präparaten bald eine grosse Vielgestal-

Fig. 6.



Pyramidenzellen der zweiten und dritten Schicht.

A, plexiforme Schicht; *B*, kleine Pyramiden; *C*, mittelgrosse Pyramiden; *a*, *b*, kleine Pyramiden; *f*, mittelgrosse Pyramide; *d*, doppeltgebüschelte Zelle mit gewundenen Dendriten; *c*, Zelle mit gebogenem und aufsteigendem Axencylinder; *e*, Bündel von Pyramidenschäften.

tigkeit der Zellen zu Tage. Die grossen Exemplare (20 zu 20 μ oder mehr) sind spärlich, von kugeliger, polygonaler oder sternförmiger Gestalt, reich an Protoplasma und mit verschiedenen divergirenden Dendriten versehen; sie sind über die ganze fünfte Schicht zerstreut, scheinen aber im äusseren Drittel derselben unterhalb der Riesenpyramiden etwas zahlreicher zu sein. Nicht selten trifft man sie in Gruppen zu zweien oder dreien. Ihr Protoplasma sieht in Nissl-Präparaten gewöhnlich sehr blass aus und bildet ebenso sehr blasse Chromatinnetze; zuweilen jedoch ist die protoplasmatische Chromatinsubstanz reichlicher und hat der Zellkörper einen dunklen Farbenton, fast so dunkel wie bei den grossen Pyramiden.

Die kleinen Zellen, deren Durchmesser nicht mehr als 7 : 9 μ zu betragen pflegt, sind viel zahlreicher und ordnen sich zu verticalen Plejaden an, in denen sich die Zellkörper oft berühren. Diese Zellen haben ein blasses spärliches Protoplasma, das fast ganz frei von Chromatinkörnern ist, und zwei oder mehr helle Fortsätze, die schwer wahrzunehmen sind, weil sie sich unmittelbar in dem Gewirr des intercellulären Plexus verlieren. Unter denjenigen Formen, welche diese kleinen Zellen in Nissl-Präparaten zeigen, findet man : die Pyramide, zweifellos den kleinen Pyramidenzellen des gewöhnlichen Typus entsprechend; die Spindel, mit zwei polaren Fortsätzen versehen, das Polygon oder die Kugel, aus deren Contur feine Dendriten entspringen. Diese beiden letzten Typen repräsentiren wahrscheinlich Zellen mit kurzem Axencylinder.

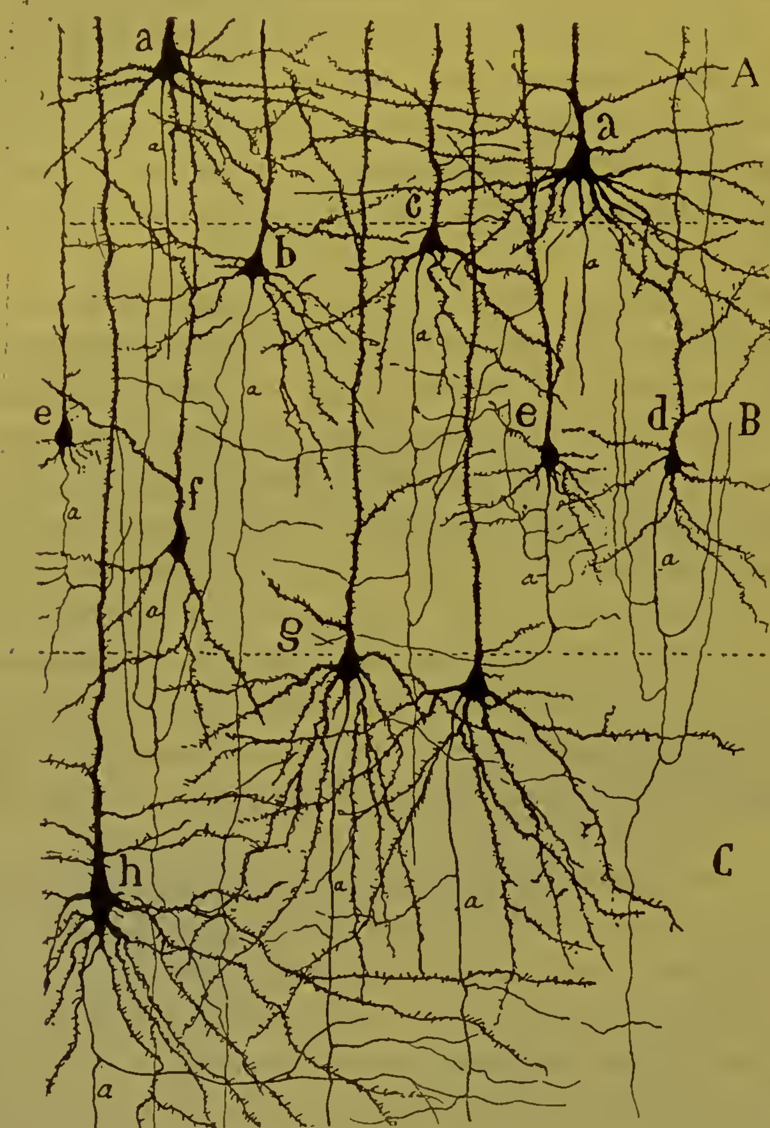
So weit die Ergebnisse der Nissl'schen Methode, die uns über die wirkliche Morphologie der Körner keinen hinreichenden Aufschluss giebt. Glücklicher Weise färbt Chromsilber diese Zellen recht gut. In Fig. 7 und 8 sind dieselben zusammen mit den polygonalen und spindelförmigen Zellen grösseren Kalibers dargestellt. Man bemerkt die grosse Aehnlichkeit, welche zwischen allen diesen Zellen und den von uns in der entsprechenden Schicht der motorischen Rinde erwähnten besteht.

Auch hier, wie dort, hat man Zellen mit langem und solche mit kurzem Axencylinder zu unterscheiden.

a) Kleine Pyramiden. Sie sind über die ganze fünfte Schicht

verstreut, jedoch etwas zahlreicher in der tieferen Hälfte derselben anzutreffen, obgleich es auch hiervon Ausnahmen giebt. Ihre Morphologie gleicht derjenigen der gewöhnlichen Pyramiden, d. h. sie haben einen

Fig. 7.



Zellen der vierten (*A*), fünften (*B*) und sechsten (*C*) Schicht der ersten Temporalwindung des 20 tägigen Kindes.

a, grosse oberflächliche Pyramiden; *b*, *c*, kleine Pyramiden der fünften Schicht; *c*, *d*, *f*, Pyramiden mit einem zum Theil in bogenförmige Collateralen aufgelösten Axencylinder; *g*, *h*, grosse Pyramiden der sechsten Schicht.

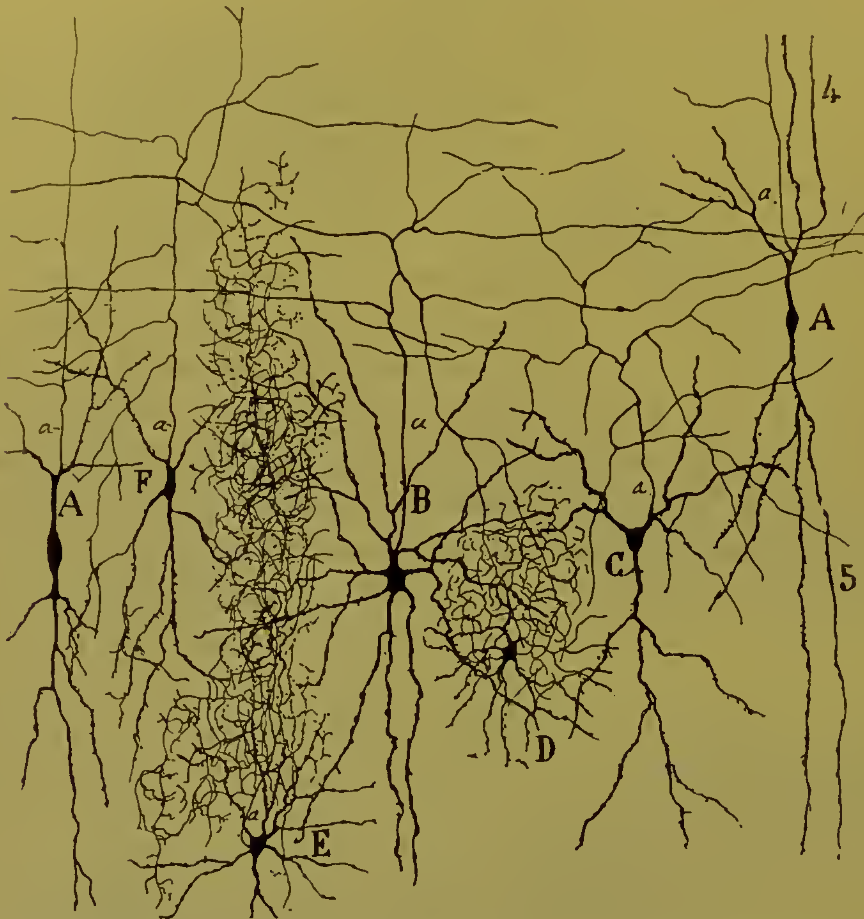
ungetheilten Radiärschaft, der bis in die plexiforme Schicht verläuft, einen mittelgrossen oder kleinen (10 : 12 oder 14 μ) dreieckigen, jedoch öfters ei- oder kugelförmigen Körper, aus dem einige zarte und nicht sehr lange laterale und absteigende Dendriten hervorgehen, und endlich einen feinen Axencylinder, der die Eigentümlichkeit besitzt, sich in ein System von Nervenbögen aufzulösen, die sich in aufsteigende Collateralen fortsetzen. Unter dem Gesichtspunkte der Anordnung der Nervenverzweigung können 2 Typen von kleinen Pyramiden unterschieden werden: 1. Zellen, deren Axencylinder, obgleich sehr dünn und von geringerem Kaliber als die Collateralen, nicht ganz in der Bildung der letzteren aufgeht, sondern mehr oder weniger schräg abwärts steigt, bis er die weisse Substanz erreicht (Fig. 7, *f*), nachdem er in seinem tiefen Verlauf, d. h. unterhalb der Nervenbögen, einige horizontale und schräge Collateralen abgegeben hat; dies schien uns der gewöhnliche Typus zu sein. 2. Weniger zahlreiche Zellen, bei welchen der Axencylinder vollständig in der Abgabe der bogenförmigen Collateralen aufgeht, so dass man keine Nervenfaser bis in die weisse Substanz absteigen sieht, und wenn man auf eine absteigende Faser stösst, so bildet sie nicht die Fortsetzung des Axencylinders, sondern repräsentirt eine dünne Collaterale, die aus der Convexität eines Bogens entsprungen und in der fünften und sechsten Schicht verzweigt ist (Fig. 7, *e*). Bei diesen wie bei jenen Zellen sind die aufsteigenden Collateralen sehr kräftig und erreichen, parallel zum Schaft zu zweien, dreien oder vieren ziehend, die vierte und sogar die dritte Schicht, in der sie sich reichlich verzweigen; an ihrem Ursprung und manchmal schon an den Anfangsbögen senden diese aufsteigenden Collateralen ebenfalls schräge und horizontale Aeste aus, die vielleicht dazu bestimmt sind, mit den Schäften der benachbarten Pyramiden in Verbindung zu treten.

b) Grosse und mittelgrosse dislocirte Pyramiden. Wenn auch spärlich vorhanden, so sind doch gewöhnlich in der fünften Schicht mittelgrosse oder grosse Pyramiden anzutreffen, die gänzlich den Riesen- und mittelgrossen Zellen der benachbarten Schichten (Fig. 7, *c*, *g*) gleichen.

c) Zellen mit kurzem Axencylinder. Diese Zellen bilden den Hauptbestandtheil der fünften Schicht und gehören verschiedenen Typen an. Die in unseren Präparaten am häufigsten angetroffenen sind:

1. Spindelzelle, mittelgross, mit langen auf- und absteigenden Dendriten versehen, die gewöhnlich aus polaren Schäften entspringen (Fig. 8, *A*). Der Axencylinder entspringt aus dem oberen Schaft, steigt nach

Fig. 8.



Verschiedene Typen von Zellen mit kurzem Axencylinder der fünften Schicht. Einmonatiges Kind.

A, Spindelzellen mit aufsteigendem Axencylinder; *B*, Zelle mit einem in sehr lange horizontale Aeste aufgelösten Axencylinder; *C*, *F*, Zellen mit weniger ausgedehnter Nervenverzweigung; *E*, neurogliaforme Zelle mit einem in ein sehr dichtes, mit Nestchen besetztes Netz aufgelösten Axencylinder; *D*, neurogliaforme Zelle mit gedrängter Nervenverzweigung; 4, Schicht der grossen oberflächlichen Pyramiden; 5, Körner.

Abgabe von Collateralen an die vierte und dritte Schicht nach aufwärts und erreicht vielleicht die erste. Diese Zelle repräsentirt vermuthlich irgend eine Kategorie von Martinotti'schen Zellen.

2. Mittelgrosse, zuweilen auch grosse Zelle, dreieckig oder sternförmig, mit langen und divergirenden Dendriten und mit einem aufsteigenden Axencylinder versehen, der sich im Niveau der oberen Grenze der fünften Schicht oder inmitten der vierten in sehr lange horizontale oder schräge Collateralen auflöst, ohne dass einige mit absteigendem Verlaufe fehlen (Fig. 8, *B*, *C*). Man wird sich erinnern, dass dieser Typus sich auch in der motorischen und optischen Rinde häufig findet.

3. Spindelförmige oder dreieckige Zelle, mittelgross oder klein, deren aufsteigender. Axencylinder sich im äusseren Drittel der fünften Schicht und inmitten der vierten (Fig. 8, *F*) verzweigt. Bezüglich der Ausbreitung und Menge der Verzweigungen des Axencylinders existiren mannigfache Variationen dieser Zellen.

4. Mittelgrosse Spindel- oder Sternzelle mit gewundenen und verstrickten Dendriten, deren Axencylinder sich vertical in der fünften Schicht erstreckt und in ein sehr gedrängtes und im radiären Sinne verlängertes Geflecht von feinen Nervenverzweigungen auflöst, in welchem sich die Zellkörper der Körner deutlich abheben (Fig. 8, *E* und Fig. 9, *A*, *B*).

Diese Zellen schienen ziemlich zahlreich zu sein, und zwischen ihnen und den neurogliaförmigen beobachtete ich viele Uebergangsstufen. Wenn sich viele von ihnen auf einmal färben, berühren sich ihre äusserst zarten und varikösen, fast granulierten Nervenverzweigungen und verschmelzen in der Körnerschicht zu einem continuirlichen und sehr dichten Geflecht. Dasselbe wandelt sich zu zahlreichen pericellulären Nestern um und ist so ausgedehnt, dass es die Grenzen der fünften Schicht überschreitet und sich bis in die vierte fortsetzt, wo es allerdings viel lockerer und lückenhafter erscheint.

5. Zwerg- oder neurogliaförmige, mit dünnen und kurzen Dendriten versehene Zellen; der Axencylinder ist dünn und in dichte, kurze Verzweigungen aufgelöst (Fig. 8, *D*).

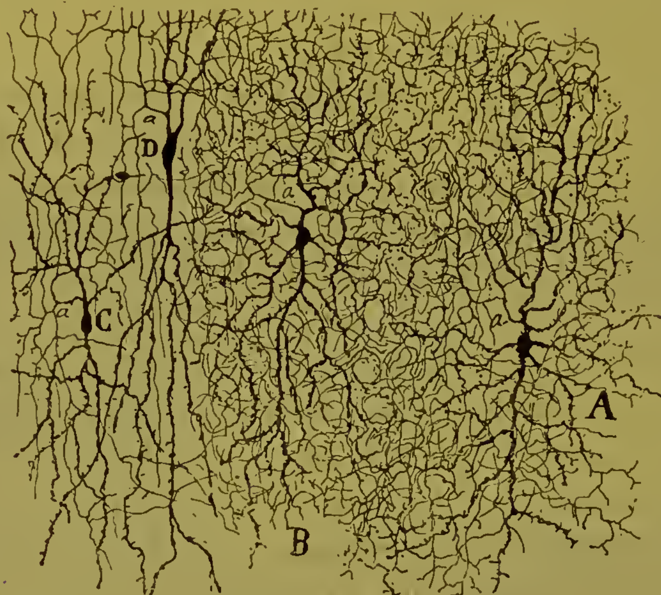
6. Mittelgrosse, spindelförmige oder dreieckige, mit verticalen zarten Dendriten versehene Zelle. Diese Dendriten sind fast glatt, sehr lang, von einander gesondert, wellenförmig und erstrecken sich über einen beträchtlichen Theil der grauen Substanz. Der Axencylinder, aus einer Dendrite hervorgehend, theilt sich in aufsteigende und absteigende Aeste,

die ein ausgedehntes Gebiet umfassen (Fig. 10, *D*). Dieser Typus schien mir eine Varietät der doppeltgebüschelten Zelle zu sein.

7. Gewöhnliche, kleine und mittelgrosse doppeltgebüschelte Zellen von dem bei der zweiten Schicht erwähnten Typus. Er ist characterisirt durch die wellige und gekräuselte Anordnung der Dendriten. —

Wir resumiren: Die Körnerschicht stellt dasjenige Rindengebiet dar, in welchem sich die Zellen mit kurzem Axencylinder und die Elemente mit aufsteigendem Axencylinder

Fig 9.



Nervenplexus, in der fünften Schicht erzeugt durch die Verzweigungen der Axencylinder der verlängerten neurogliaformen Zellen und durch diejenige einer doppeltgebüschelten Zelle.

concentriren. Diese Zellen liegen nicht ausschliesslich in der Körnerschicht, sie befinden sich, wenigstens ihre Haupttypen, auch in den übrigen Schichten, aber sie bevorzugen diese Stelle der grauen Substanz als den geeignetsten Ort für die Entwicklung ihrer Thätigkeit, die ohne Zweifel darin besteht, Verbindungen mit allen Zellen mit langem Axencylinder der Rindenschichten, besonders mit den grossen und mittelgrossen Pyramiden der vierten und sechsten Schicht herzustellen. Der associative Character der Zellen der fünften Schicht markirt sich sogar in ihren kleinen Pyramiden, deren Nervencollateralverzweigung, die

von dickeren Aesten als die Fortsetzung des Axencylinders gebildet ist, viel mehr an die Elemente mit kurzem Axencylinder als an diejenigen mit langem erinnert. Aus all' dem lässt sich vermuthen, dass die Körnerschicht, ähnlich wie die in der Sehrinde, der Hauptort der Verzweigung exogener Fasern, vielleicht von acustischen Leitern zweiter Ordnung ist

Sechste Schicht, tiefe mittelgrosse Pyramiden. — Diese Schicht enthält Elemente von verschiedener Form und Ausdehnung, jedoch scheint unter ihnen, besonders in den oberflächlicheren Ebenen derselben, der Pyramidentypus vorzuwiegen, der etwas grösser ist als der der mittelgrossen Pyramiden (16 zu 28).

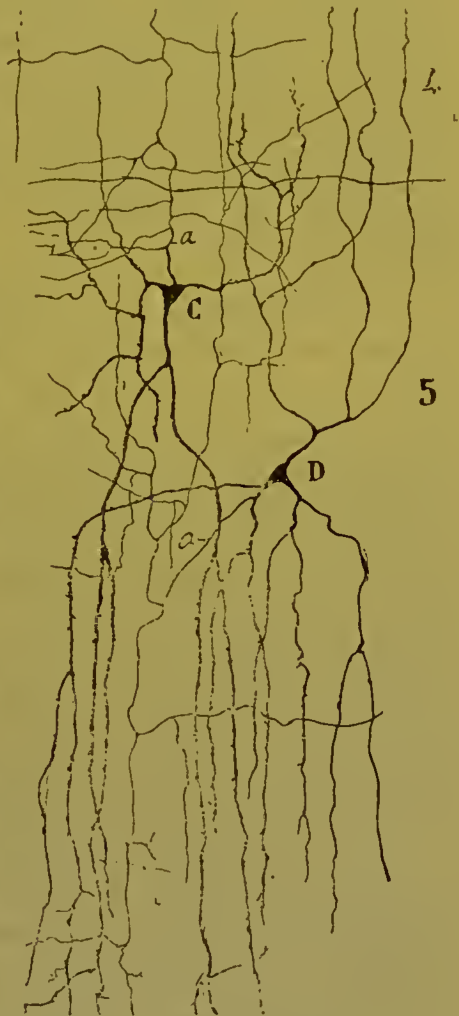
Es giebt jedoch auch Elemente, deren Aussehen sich mehr dem der Pyramiden der vierten Schicht nähert, von denen sie sich nur durch die etwas schmalere Basilarportion unterscheiden.

Mittelst der Golgi-Methode beobachtet man in dieser Schicht die folgenden Typen:

1. Mittelgrosse und grosse Pyramiden, mit einem oder mehreren radiären, bis in die erste Schicht verlängerten Schäften versehen, sowie mit einem absteigenden Büschel von Basilardendriten und mit einem Axencylinder, der vermuthlich bis in die weisse Substanz zieht und aus dem vier bis sechs, in der sechsten Schicht verzweigte Collateralen entspringen (Fig. 7, *g*, *h*).

2. Dreieckige Zellen mit absteigendem Axencylinder. — Analog den bei der motorischen Rinde be-

Fig. 10.



Zelltypen mit kurzem Axencylinder der fünften Schicht.

C, Zelle mit langem absteigendem Büschel und mit aufsteigendem Axencylinder; *D*, Zelle mit einem doppelten und sehr langen Büschel von Dendriten; *a*, Axencylinder.

schriebenen besitzen sie zwei Radiärschäfte, einen absteigenden und einen bis in die erste Schicht verlängerten aufsteigenden, sowie eine starke seitliche Spitze, aus der ein kurzer, in Dendriten aufgelöster Schaft entspringt. Der Axencylinder zieht in die weisse Substanz (Fig. 11, *J*).

3. Spindelförmige Zellen mit aufsteigendem Axencylinder. — Dieser Typus ist sehr häufig, sowohl in der sechsten wie in der siebenten Schicht, vielleicht noch häufiger als die Pyramide. Er besitzt verschiedene Gestalt, obgleich der bipolare Typus mit auf- und absteigender Dendrite, beide in ein Büschel von Aesten aufgelöst, vorwiegt. Der Axencylinder entspringt aus dem oberen Schaft, kreuzt die Körnerschicht und erreicht vielleicht die plexiforme Schicht, bis in deren Nachbarschaft wir ihn einige Male verfolgen konnten. In seinem Anfangstheil giebt er verschiedene Collateralen an die sechste Schicht ab (Fig. 11, *E*, *G*).

4. Pyramiden oder dreieckige Zellen, bald mittelgross, bald grösser mit Radiärschaft, der bis in die plexiforme Schicht reicht, und mit einem Axencylinder, der, nachdem er erst eine kurze Strecke abwärts gezogen, einen nach unten convexen Bogen macht und alsbald aufwärts steigt, um in den darüberliegenden Schichten auf unbekannte Weise zu enden (Fig. 11, *D*, *B*, *C*). Aus dem absteigenden Theil sowie aus dem Bogen entspringen einige quere und absteigende Collateralen. Ob einige derselben die weisse Substanz erreichen, ist uns unbekannt geblieben. Diese Zellen ähneln sehr den kleinen Pyramiden mit bogenförmigen Collateralen der fünften Schicht; sie unterscheiden sich indess von ihnen dadurch, dass sie im Allgemeinen stärker sind und nicht mehr als einen Nervenbogen besitzen.

5. Dreieckige oder Sternzelle von mittlerer Grösse und mit aufsteigendem kurzen Axencylinder. — Dieser Zelltypus, mit nicht sehr langen Protoplasmafortsätzen versehen, sendet einen Axencylinder aus, der sich bald in der Körnerschicht, bald in dem äusseren Theil der sechsten Schicht verzweigt (Fig. 11, *F*). Es existiren noch andere ähnliche Typen, deren Nervenfortsatz sich in geringerer Entfernung spaltet und eine diffuse Verzweigung bildet, welche das typische Verhalten der sogenannten Golgi'schen, von Mondino und Martinotti genau beschriebenen Zellen darstellt.

6. Golgi'sche Zellen oder Riesenzellen mit kurzem Axencylinder. — Die sechste und siebente Schicht, seltener die Schichten der mittelgrossen und grossen Pyramiden, enthalten gewisse sternförmige Riesenzellen, von denen wir ein Exemplar in Fig. 14 *E* darstellen. Sie besitzen sehr lange Dendriten, die nach allen Richtungen ausstrahlen, hauptsächlich aber radiär; der ziemlich dicke Axencylinder löst sich alsbald in eine laxe Verzweigung von sehr langen schrägen und horizontalen Aestchen auf, welche sich oft circa ein Zehntel Millimeter weit verfolgen lassen. Dieser Zelltypus ist meines Erachtens eine grössere Varietät der in der motorischen Rinde im Niveau der tiefen Riesenpyramiden gefundenen Zellspecies. Jedoch konnten wir bei ihm die pericellulären Verzweigungen nicht nachweisen. Jene Zellnester existiren allerdings auch hier, besonders in der Umgebung der grossen Pyramiden, sind aber nicht so deutlich wie in der motorischen Rinde; auch vermochten wir die Herkunft ihrer Fasern nicht zu bestimmen.

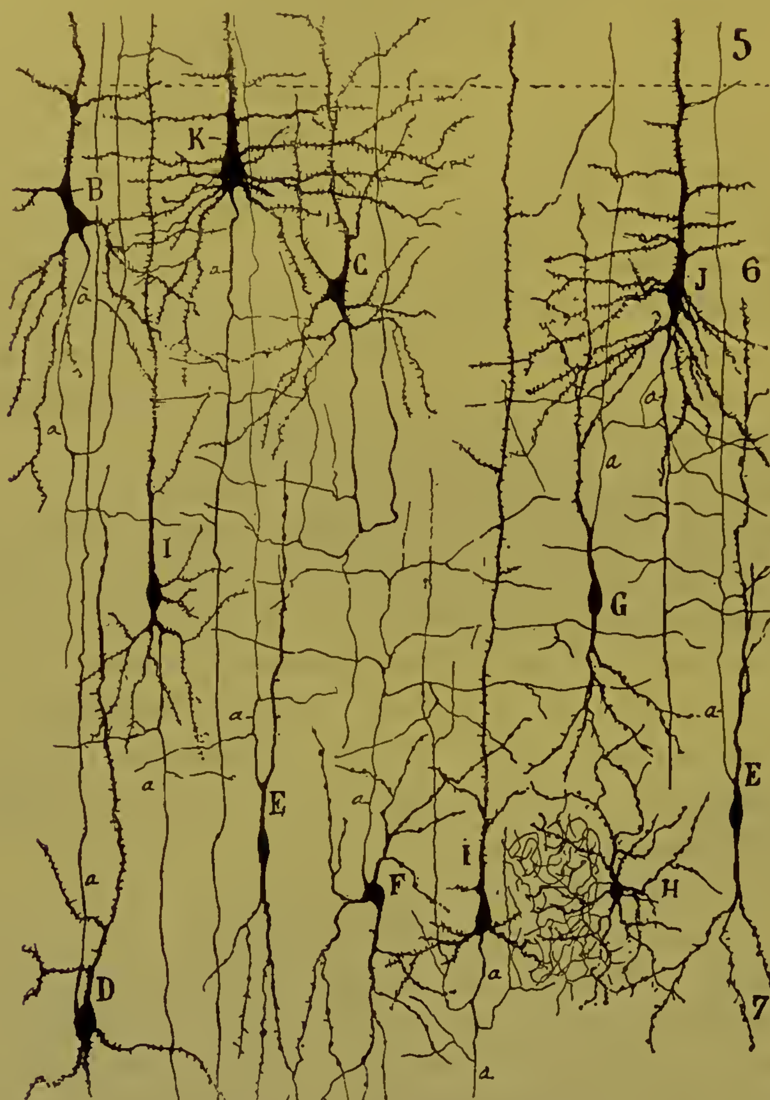
7. Kleine neurogliaforme Zellen (Fig. 11 *H*).

Specifische Zellen der acustischen Rinde. — Die bisher beschriebenen Zellen trifft man, abgesehen von Varietäten der Form, auch in allen übrigen Rindengegenden an; die im Nachfolgenden zu beschreibenden jedoch finden sich nur in der acustischen Rinde. Diese absolute Constanz (in 20 oder 21 nach Golgi gefärbten Präparaten fehlten sie nicht ein einziges Mal), mit der sie sich in der ersten Temporalwindung zeigen, nöthigt uns, sie als das anatomische Hauptcharacteristikum des acustischen Centrums der Rinde zu betrachten, obgleich wir bis jetzt weder ihre Verbindungen mit den acustischen Fasern noch viel weniger ihre physiologische Bedeutung nachweisen konnten. Bei unseren jüngsten Untersuchungen des Baues der zweiten Temporalwindung des 15 Tage bis 1 Monat alten Kindes vermochten wir auch in diesem Rindengebiet diese interessanten Zellen zu erkennen. Vielleicht finden sie sich in der gesammten Rinde des Temporallappens mit Ausnahme der Riechrinde.

Diese Zellen bewohnen alle Rindenschichten mit Ausnahme der ersten, sie sind weniger zahlreich in der zweiten, häufiger in der dritten, vierten und fünften und erreichen ihre grösste Zahl in der sechsten und siebenten; in diesem relativen Zahlenverhältniss fanden sie sich in unseren Präparaten.

In Golgi-Präparaten ist ihre Gestalt spindelförmig oder dreieckig und haben sie sehr starke horizontale Aeste (Fig. 12, *A*, *D*), deren

Fig. 11.

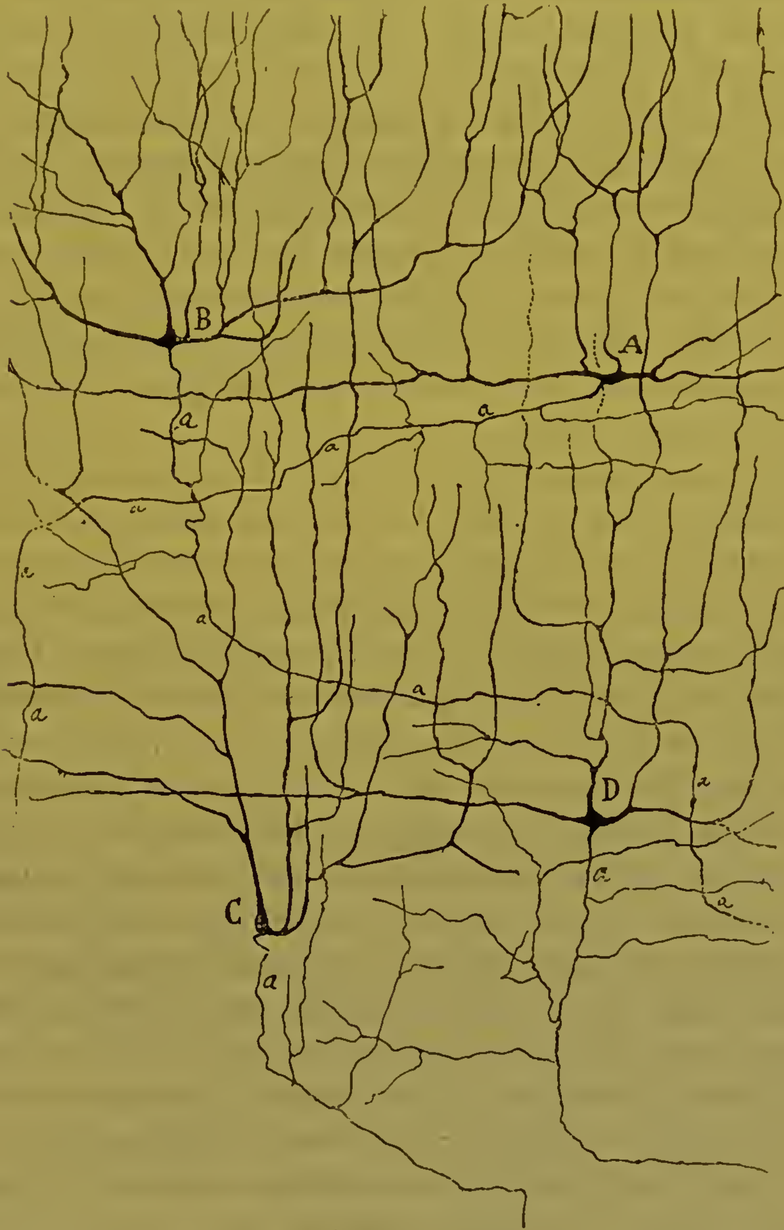


Verschiedene Zelltypen der sechsten und des Anfangs der siebenten Schicht. Einen Monat altes Kind.

5, Körnerschicht; 6, mittelgrosse, tiefe Zellen, *D, B,* grosse Zellen mit langem aufsteigenden Axencylinder; *J, K,* grosse Pyramiden mit langem Axencylinder; *C,* grosse polygonale Zelle mit langem Axencylinder, der drei starke aufsteigende Collateralen abgiebt; *E, G,* kleine Zellen mit langem aufsteigenden Axencylinder; *F,* Zelle mit kurzem in horizontale Zweige aufgelösten Axencylinder; *H,* neurogliaformer Typus; *I,* spindelförmige Zellen oder kleine Pyramiden.

Kaliber 30 : 40 bis 60 μ beträgt. In, nach Nissl gefärbten Schnitten durch das Gehirn eines Erwachsenen erscheinen sie ziemlich zart, was

Fig. 12.



Vier specifische Riesenzellen der ersten Temporalwindung des einmonatigen Kindes.

A und *B*, Zellen, die in der vierten Schicht gefunden wurden; *C*, *D*, Zellen aus der sechsten; *a*, Axencylinder. — In dieser Figur ist nur ein Theil der Dendritenverzweigung sichtbar. Obj. A, Zeiss.

vermuthen lässt, dass sie ihre Fortsätze auf Kosten des Zellkörpers aussenden in dem Maasse, als sie ihre Entwicklung vervollständigen, wie dies auch bei vielen anderen Zellen der Fall. Dieser Umstand und die Blässe des Körpers, der sehr wenig Chromatinkörner besitzt, erklären die Schwierigkeit, sie in dünnen Schnitten der Rinde des Erwachsenen zu erkennen und sie von den grossen Zellen mit kurzem Axencylinder zu unterscheiden.

Hingegen heben sie sich viel deutlicher in Nissl-Schnitten des Gehirns eines halb- bis einundeinhalbmonatigen Kindes ab, in denen sie grösser erscheinen als die grossen Pyramiden und ein chromatinreiches Protoplasma besitzen. In diesen Präparaten sieht man auch, dass jene Zellen in der sechsten und siebenten Schicht zahlreicher sind als in den übrigen. Indessen ist ihre Zahl an sich immer gering, da nur selten mehr als 3 Zellen in einem mit dem Objectiv C untersuchten mikroskopischen Gesichtsfeld zu Tage treten.

In Silberpräparaten variirt die Form der specifischen Zellen je nach der Richtung des Schnitts. Ist dieser horizontal, so ist der Zellkörper dreieckig oder sternförmig, mit zwei oder mehr divergirenden und horizontalen Aesten von enormer Ausdehnung versehen; einige Zweige der letzteren lassen sich bis zu $^1/_{10}$ mm weit verfolgen. Diese Fortsätze haben eine rauhe Contur, senden von Zeit zu Zeit aufsteigende, manchmal fast parallele Aeste aus, die mehr oder weniger vertical aufsteigen und zum Theil zwei oder drei darüber gelegene Schichten kreuzen. Eine Ausnahme machen die wenigen in der dritten Schicht gelegenen Zellen dieser Art, deren Dendriten bis an die Grenze der ersten Schicht (Fig. 13) gelangen; bei den übrigen erreichen die erwähnten aufsteigenden Aeste selten die zweite Schicht. In ihrem Verlauf nach der Peripherie spalten sich diese Aeste wiederholt, beschreiben an ihren Theilungspunkten nach oben offene Bogen (Fig. 12, *A*, *D*) und bedecken ein beträchtliches Rindenfeld mit ihren Reisern. Uebrigens unterscheiden sich diese Dendriten deutlich von den zu den Pyramiden gehörigen durch das Fehlen oder die geringe Zahl der Collateralstacheln. Einige Zellen senden auch lange absteigende Dendriten aus, wie in Fig. 13 ersichtlich.

Die auf- und absteigenden und horizontalen Fortsätze nehmen in

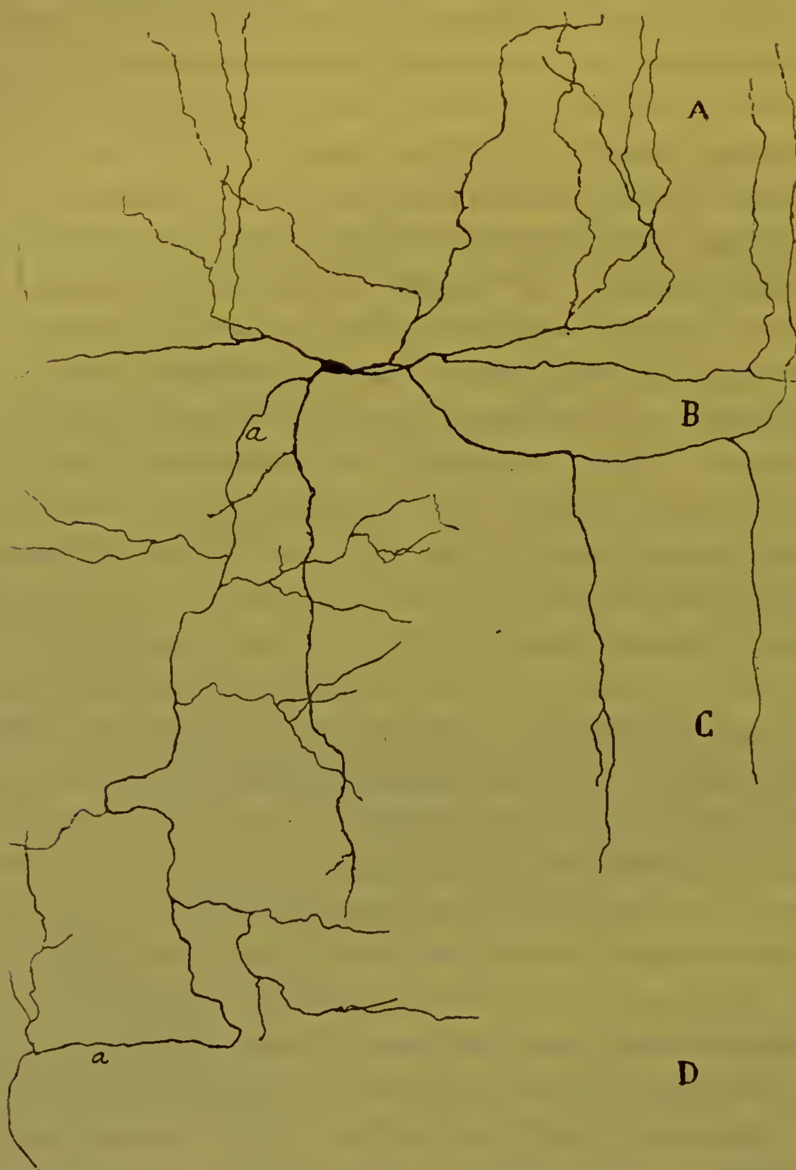
ihrer Gesammtheit eine beträchtliche Fläche ein; bei manchen Zellen beträgt sie mehr als ein Cubikmillimeter. Indess erstrecken die in der siebenten Schicht gelegenen Zellen ihre Fortsätze über ein viel geringeres Gebiet, haben oft keine absteigenden Fortsätze und die aufsteigenden in erheblicher Gedrängtheit, was von der Beschränktheit des von den Markfasern frei gelassenen Raumes abzuhängen scheint.

Der Axencylinder ist sehr stark, geht im Allgemeinen aus der tiefen oder seitlichen Kante des Körpers hervor, zieht erst eine gewisse Strecke nach abwärts, wendet sich durch die verschiedenen Schichten der Rinde über weite Strecken häufig schräg oder horizontal, ohne irgend welche Tendenz zum Eintritt in die weisse Substanz zu zeigen (Fig. 12, *B*). In anderen Fällen wendet sich der erwähnte Axencylinder nach schrägem und horizontalem Verlauf allmählich vertical nach abwärts und nähert sich, allerdings nicht oft, in gerader Linie den tiefen Rindenschichten. Dieses Verhalten, die bedeutende Länge des Axencylinders und der Umstand, dass es nicht möglich war, die Endverzweigung zu finden, legten es uns nahe, die in Rede stehenden Zellen als Zellen mit langem Axencylinder anzusehen. Und obgleich wir bei der grossen Mehrzahl dieser Zellen den Eintritt desselben in die weisse Substanz nicht nachzuweisen vermochten, da seine vielen Biegungen und Schlingen dies verhindern, so sind wir in zwei oder drei Fällen doch glücklicher gewesen. Eine der Zellen, bei denen der Axencylinder sich am weitesten nach unten verfolgen liess, stellt Fig. 13 dar, in der wir jedoch nur die Hälfte des beobachteten Verlaufs reproduciren. Diese Zelle liegt in der Schicht der mittelgrossen Pyramiden und ihr anfangs schräger Axencylinder wendet sich nach weiten Krümmungen abwärts, lässt sich bis jenseits der sechsten Schicht verfolgen, wo er noch seinen vollen Umfang besass, und schien sich in ein Bündel von Nervenfasern der weissen Substanz einzusenken. Den Eintritt in die weisse Substanz haben wir ebenfalls an einigen, in der sechsten und siebenten Schicht gelegenen Zellen dieser Art beobachtet.

Schon in ihrem Anfangstheil entsenden diese Axencylinder 3, 4 oder mehr Collateralen, die sich über ein ausgedehntes Rindengebiet reichlich verzweigen (Fig. 13). Einige dieser Collateralen ziehen rückläufig, wie aus Fig. 12 ersichtlich. Bei der in Fig. 13 dargestellten Zelle zählt

man mehr als zehn Collateralen, deren secundäre Zweige sehr dünn sind und vorwiegend horizontal verlaufen.

Fig. 13.



Spezifische Riesenzelle der Temporalrinde des einmonatigen Kindes. Der Axencylinder ist Raumersparniss halber nur in einem Theile seines Verlaufes gezeichnet.

A, Schicht der kleinen Pyramiden; *B*, mittelgrosse Pyramiden; *C*, grosse oberflächliche Pyramiden; *D*, Körner; *a*, Axencylinder. — Untersuchung mit schwacher Vergrösserung.

Es ist unmöglieh, eine nur einigermaassen sichere Hypothese für die functionelle Bedeutung dieser eigenthümlichen Zellen der Hörrinde aufzustellen. Am ehesten lassen sie sich mit den grossen Sternzellen der Sehrinde vergleichen. Klarheit liesse sich hierüber gewinnen, wenn es gelungen wäre, die Nervenendfasern festzustellen, mit welchen diese Zellen sich verbinden; jedoch sind alle Bemühungen, perisomatische Verzweigungen sowie eine besondere Verknüpfung der Dendriten mit dem Plexus der fünften Schicht aufzufinden, fruchtlos geblieben.

Siebente Schicht oder Schicht der Spindelzellen. — Sie enthält dieselben Elemente wie in der motorischen Rinde, d. h. zahlreiche Spindelzellen mit aufsteigendem Axencylinder, viele Zellen mit kurzem Axencylinder und einige dreieckige, spindelförmige und auch pyramidale Zellen mit absteigendem, für die weisse Substanz bestimmten Axencylinder.

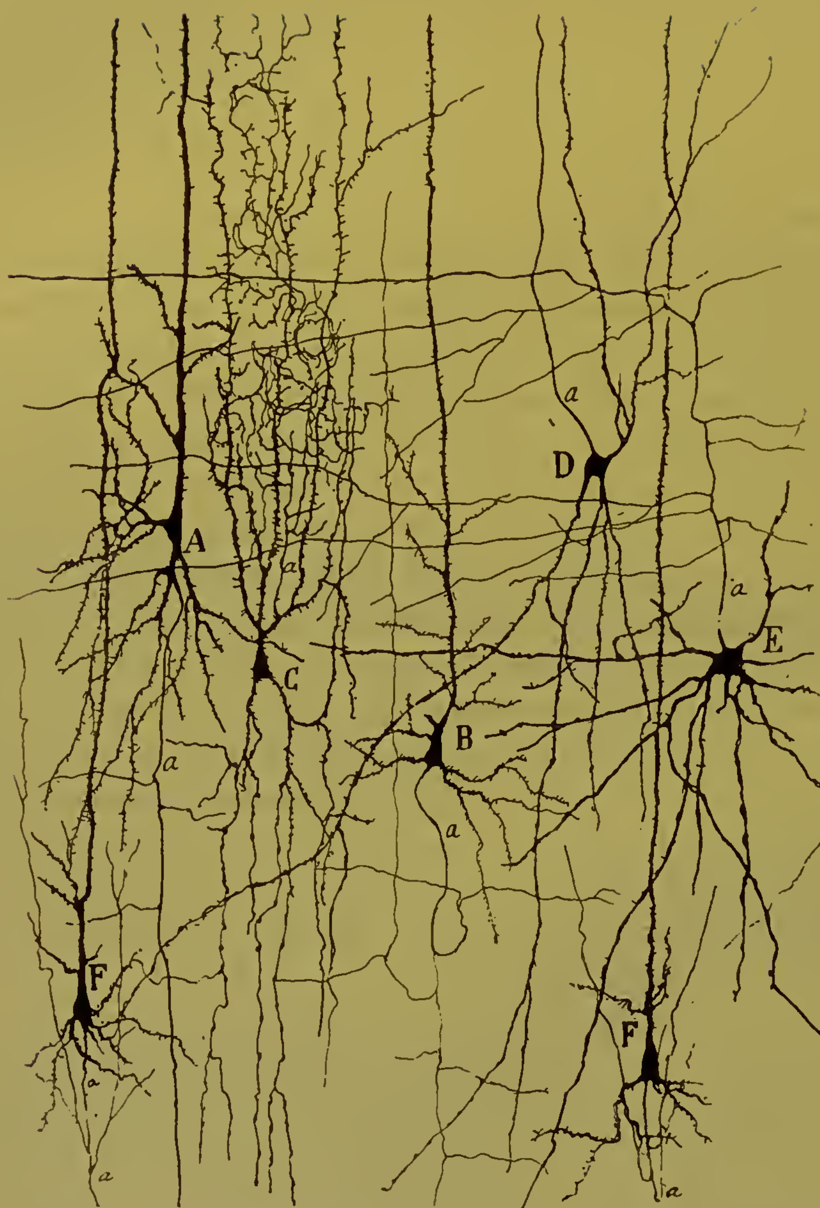
In Fig. 14 sind die in unseren Präparaten am häufigsten angetroffenen Zellen dargestellt. In *A* zeigen wir eine in dieser Schicht ziemlich zahlreich, allerdings nicht so häufig wie in der voraufgehenden vorkommende dreieckige Zelle. Sie besitzt einen Schaft, der in die erste Schicht aufsteigt und einen langen, sich in eine Markfaser der weissen Substanz fortsetzenden Axencylinder. Der seitliche und untere Schaft lösen sich in Dendritenbüschel auf. Die Zelle *B* ist eine wirkliche Pyramide, jedoch trifft man bei ihr starke aufsteigende oder quere Nervencollateralen, wie bei gewissen Zellen der darüber gelegenen Schichten.

Wie ersichtlich, fehlen diese durch die Existenz bogenförmiger Collateralen und die Zartheit des absteigenden Nervenfortsatzes characterisirten Zellen nicht in der sechsten und siebenten Schicht, wenn auch ihr Hauptsitz die fünfte ist.

In der siebenten Schicht giebt es auch starke Zellen mit aufsteigendem Axencylinder, der vielleicht bis in die erste Schicht reicht. Eine dieser Riesenzellen ist in Fig. 14 dargestellt; eine andere kleine in *D*, Fig. 11. Manchmal verläuft der aufsteigende Axencylinder dieser grossen Zellen zuerst nach unten, sendet einige Collateralen in die unterhalb der Zelle gelegene Region und steigt nachher vielleicht aufwärts in die plexiforme Schicht.

Ein anderer sehr gewöhnlicher Typus, der namentlich in der Nähe der weissen Substanz häufig vorkommt, ist die mittelgrosse Pyramide

Fig. 14.



Verschiedene Zelltypen der siebenten Schicht. — Einmonatiges Kind.

A, dreieckige Zelle mit langem Axencylinder; *F,* etwas eiförmige Zelle mit kurzen basalen Dendriten und rückläufigen Nervencollateralen; *B,* Pyramide, deren Collateralen stärker sind als der absteigende Theil des Axencylinders; *C,* grosse doppeltgebüschelte Zelle; *E,* Riesenzelle mit kurzem Axencylinder, der sich in lange horizontale Collateralen auflöst.

(Fig. 14, *F*), arm an absteigenden Dendriten und mit einem in jene sich versenkenden Axencylinder. Dieser Zelltypus, der auch in der Seh- und Hörrinde zahlreich vertreten ist, erscheint besonders characterisirt durch die rückläufige Richtung seiner Nervencollateralen, welche sich in den höheren Ebenen theils der siebenten, theils der sechsten Schicht verzweigen. Diese Besonderheit ist sehr wichtig, da sie 2 Dinge beweist: 1. dass, welches auch die Vertheilungsebene der Collateralen ist, diese nicht die Ebene ihres Austritts bevorzugen können, welche unveränderlich in bestimmter Entfernung vom Ursprung des Axencylinders liegt; 2. dass, zufolge dem Gesetze der Raumersparniss oder anderen Bedingungen, viele Zellen in grosser Entfernung von dem Territorium liegen, wo ihre Nervencollateralen sich verzweigen, indem diese einen rückwärts gerichteten Verlauf nehmen müssen, um an ihren natürlichen Endigungsort zu gelangen.

Die doppeltgebüschelten Zellen fehlen auch in der siebenten Schicht nicht. Die in Fig. 14, *C*, dargestellte hat mittleren Umfang, stachlige aufsteigende und variköse absteigende Dendriten, welche letzteren sich bis in die weisse Substanz erstrecken, und einen aufsteigenden Axencylinder, der sich nicht in Faserpinsel, sondern in lockere pericelluläre Verzweigungen auflöst. Wie man sieht, stellen die doppeltgebüschelten Zellen einen constanten anatomischen Faktor aller Rindenschichten (mit Ausnahme der ersten) dar und ihre Nervenverzweigung passt sich der Form und Richtung der Zellen mit langem Axencylinder an, mit welchen sie sich verbinden.

Im Allgemeinen (es giebt Ausnahmen) sind die doppeltgebüschelten Zellen um so umfangreicher, je tiefer sie liegen und ihre Nervenverzweigungen werden complicirter und dichter, je kleiner der Zellkörper ist.

Zum Schluss der Schilderung der Zellen der siebenten Schicht wollen wir noch die spindelförmigen Zellen mit langem absteigendem Axencylinder erwähnen, ferner die neurogliaähnlichen Elemente und die Riesen- und mittelgrossen Sternzellen mit kurzem Axencylinder, der sich alsbald in lange horizontale Aeste auflöst, wovon wir in Fig. 14, *E*, ein Exemplar zeigten.

NERVENFASERGEFLECHT DER HÖRRINDE.

Um die Nervenfasern der Reihe nach zu studiren, wollen wir sie zuerst an Weigert-Präparaten und nachher an Chromsilberpräparaten beschreiben.

Markfasern und Geflechte an Weigert-Präparaten. — Wenn man einen Querschnitt durch die Hörrinde untersucht, der nach Weigert-Pal gefärbt ist, so beobachtet man dieselben Nervengeflechte wie in anderen Rindenregionen, jedoch mit einigen geringen Abweichungen. (Fig. 2.)

Die erste Schicht ist ärmer an Markfasern als in der motorischen Rinde und enthält drei Ebenen von solchen: a) eine äussere, submeningeale, zarte, aus dünnen, sehr spärlichen Tuben bestehend, die nach allen Richtungen verlaufen; b) eine mittlere, viel dickere, aus starken Tangentialfasern zusammengesetzt, deren einige sehr lang sind und fast vollkommen parallel zur Windung verlaufen; c) eine tiefe, ziemlich dicke, mit Fasern von geringem Durchmesser, ebenfalls horizontal gerichtet, wenn auch mit weniger Regelmässigkeit als die vorstehenden. Wie schon bemerkt, gehören die dicken Tangentialfasern sehr wahrscheinlich zu den Axencylindern der grossen Specialzellen der ersten Schicht, während die weniger voluminösen Fasern der drei Ebenen, besonders der ersten und dritten, die feinen Aeste der Martinotti'schen Fasern, vielleicht auch von aus der weissen Substanz stammenden Leitungen darstellen.

Vergleicht man diese Präparate aus der Rinde eines Erwachsenen mit den mit Chromsilber gewonnenen eines wenige Tage alten Kindes, so treten einige Unterschiede zu Tage. Zunächst bemerkt man, dass die ganze plexiforme Schicht beim Erwachsenen sich verringert hat, und dass das Gebiet, in dem sich die Tangentialfasern befinden, flacher ist und eine beträchtlich geringere Zahl von Fasern besitzt als in den erwähnten

Silberpräparaten des einmonatigen Kindes. Diese Differenz entsteht meines Erachtens daraus, dass viele der im Gehirn des Neugeborenen auftauchenden Tangentialfasern nicht Axencylinder, sondern horizontale Dendriten sind, vielleicht dazu bestimmt, zu atrophiren und ihre ursprüngliche Richtung zu ändern. Die erwähnte Verschmälerung der Ebene der Tangentialfasern könnte auch die oberflächliche Erweiterung veranlassen, welche die plexiforme Schicht während ihrer Entwicklung zufolge des progressiven Dazwischentretens von Pyramidenbüscheln zwischen die Specialzellen erfährt; diese Büschel dürften vielleicht die erwähnten Zellen und ihre Axencylinder zwingen, sich tangential zu wenden, dabei ihren Verlauf abkürzend. Jedenfalls dürfen wir nicht vergessen, dass die Golgi'sche Methode nur mehr oder weniger embryonäre Verhältnisse zu Tage fördert, welche in den späteren Jahren entsprechend der functionellen Differencirung, um sich der letzteren anzupassen, eine anatomische Veränderung erfahren.

Die Schichten der kleinen und mittelgrossen Pyramiden sind sehr arm an Markfasern. Fast alle, welche vertical diese Schichten kreuzen, gehören zu den sogenannten Martinotti'schen Fasern und sind zarter als die oben erwähnten starken Tangentialfasern. Zuweilen findet man jedoch eine dickere aufsteigende Faser, welche fern aus der Tiefe kommend sowohl eine centripetale, aus der weissen Substanz stammende Leitung als auch den Axencylinder der stern- oder spindelförmigen Riesenzellen (mit aufsteigendem Nervenfortsatz) der sechsten und siebenten Schicht darstellen kann. Was die horizontalen und schrägen Fasern anlangt, so sind sie spärlich, für gewöhnlich zart und bilden kein eigentliches Geflecht. Fast alle entsprechen Collateralen mittelgrosser Pyramiden und Aesten Martinotti'scher Fasern. Diese Faserarmuth in Weigert-Präparaten und die Lage und Richtung der wenigen in diesen zu Tage tretenden Fasern beweist, dass alle die zahlreichen Axencylinder und Nervenverzweigungen der doppeltgebüschelten und sternförmigen Zellen mit kurzem Axencylinder (kleine, mittelgrosse und Riesen-Zellen) keine Markscheide besitzen.

Zuweilen zeigt sich eine starke Markfaser, welche mehr weniger horizontal die dritte Schicht kreuzt; diese Leitungen, welche bezüglich der Lage mit gewissen dicken Fasern in Golgi-Präparaten überein-

stimmen, stellen wahrscheinlich, wie wir bald sehen werden, centripetale Fasern dar.

Die vierte Schicht oder diejenige der grossen Pyramiden (Fig. 2, 4.) ist viel reicher an Markfasern, die sich in verticale und transversale unterscheiden. Die verticalen, anfangs zerstreut, vereinigen sich alsbald zu radiären Bündeln, welche im tieferen Niveau dieser Schicht vollständig constituirt erscheinen. Wie bekannt, bestehen diese Bündel aus Axencylindern mittelgrosser, kleiner und grosser Pyramiden, vielleicht auch aus dieser und jener centripetalen und Martinotti'schen Faser. Das interradiäre Geflecht (aus horizontalen und schrägen Fasern) ist sehr entwickelt, nimmt nach der Tiefe progressiv zu und vermischt sich hier mit dem noch complicirteren und dichteren, das in der Körnerschicht gelegen ist.

Die Mehrzahl der Fasern des interradiären Geflechts der grossen, oberflächlichen Pyramiden stellt wahrscheinlich Collateralen von Axencylindern grosser und mittelgrosser Pyramiden dar; indess verlaufen in ihm auch, wie wir bald sehen werden, genug horizontale und schräge Aeste, welche aus centripetalen Markfasern stammen, und dicke Axencylinder aus den acustischen Specialzellen.

Im Niveau der fünften Schicht (Körner) erreicht das interradiäre Geflecht seine grösste Complicirtheit und Reichfaltigkeit (Fig. 2, 5.) und lässt sich nach Lage und physiologischer Bedeutung mit dem dichten Geflecht des Gennari'schen Streifens der optischen Rinde und dem characteristischen der dritten Schicht der motorischen Rinde vergleichen. Indess besitzt das Geflecht in der hier in Rede stehenden Rindengegend nicht so dicke Fasern noch solche Complicirtheit wie in den anderen erwähnten Partieen. An ihm sind betheiligt ausser den radiären Bündeln zahlreiche feine oder mitteldicke Markfasern, welche bald horizontal bald schräg ziehen, und nicht wenige starke Fasern, welche diese Bündel fast rechtwinklig kreuzen und sich auf beträchtliche Strecken verfolgen lassen.

Inmitten der Maschen steckt der kleine Zellkörper der Körner. Das Geflecht setzt sich etwas weniger dicht in die sechste, siebente und achte Schicht fort und weist, je weiter es in die Tiefe dringt, einen grossen Reichthum an dicken, zur Windung parallelen Fasern auf, deren

Mehrzahl als exogene oder centripetale Leiter zu betrachten sind. Jedenfalls schien es uns, als ob die feineren Fasern und engeren Räume des Geflechts der erwähnten Körnerschicht entsprechen.

Man begreift leicht, dass bei dieser Complicirtheit der Fasern es unmöglich sein wird, jede einzelne Leitung bis in die weisse Substanz und bis an ihren Ursprung und ihr Ende zu verfolgen. In der motorischen Region ist es verhältnissmässig leicht, den Eintritt der sensiblen Fasern in den intermediären Streifen, d. h. das Nervengeflecht der dritten Schicht zu beobachten, dank der beträchtlichen Dicke und dem fast immer schrägen oder stufenförmigen Verlauf derselben; anders jedoch in der acustischen, sowohl deswegen, weil hier die centripetalen Fasern einen Durchmesser haben, welcher gewöhnlich denjenigen des Axencylinders der grossen Pyramiden nicht übersteigt, als auch weil sie weniger zahlreich sind und in den tiefen Rindengegenden verschiedene Verlaufsrichtung einschlagen.

Nervengeflechte in Golgi-Präparaten. — Wie vorauszusetzen, zeigen gute Golgi-Präparate bei einem 15 Tage bis einen und einen halben Monat alten Kinde deutlich nicht blos die mit Hämatoxylin färbbaren Fasern, sondern auch eine enorme Menge markloser Fasern, die zu sehr dichten, unentwirrbaren Geflechten angeordnet sind. Wir wollen hier nicht in eine detaillirte Beschreibung derselben eintreten, da wir uns schon in früheren Arbeiten damit beschäftigten, sondern uns damit begnügen, auf einige Eigenthümlichkeiten und auf die Vertheilung der sie zusammensetzenden Fasern hinzuweisen.

Dicke exogene Fasern, welche im Geflecht der Körnerschicht enden. — Bei der Untersuchung von Golgi-Präparaten der acustischen Rinde mit gut imprägnirten Fasern treten diese exogenen Leitungen nicht sofort zu Tage. In der That sind sie nicht zahlreich und ihr Kaliber zu gering, um alsbald die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Bei genauerer Untersuchung gelingt es jedoch, in einigen Schnitten Fasern von mittlerer Dicke nachzuweisen, welche von der weissen Substanz bis in das Geflecht der fünften Schicht und die benachbarten reichen. In manchen gut gelungenen Schnitten erschienen diese Fasern fast ausschliesslich gefärbt. Sie kreuzen, bald radiär bald schräg, die siebente und sechste Schicht, und in letzterer oder in der fünften ange-

langt, wenden sie sich progressiv horizontal, spalten sich in ihrem Verlauf und bilden sehr lange Aeste, welche zwecks Accommodation an die Körner und Pyramiden grosse Windungen machen. Wie man in Fig. 15, *a* sieht, ordnet sich die Mehrzahl dieser Fasern parallel zur Gehirnoberfläche an und entsendet zuweilen zarte Collateralen, welche sich in die fünfte Schicht verlieren und ein reiches Geflecht erzeugen, das aber weniger dicht ist als das in der optischen und motorischen Rinde erzeugte.

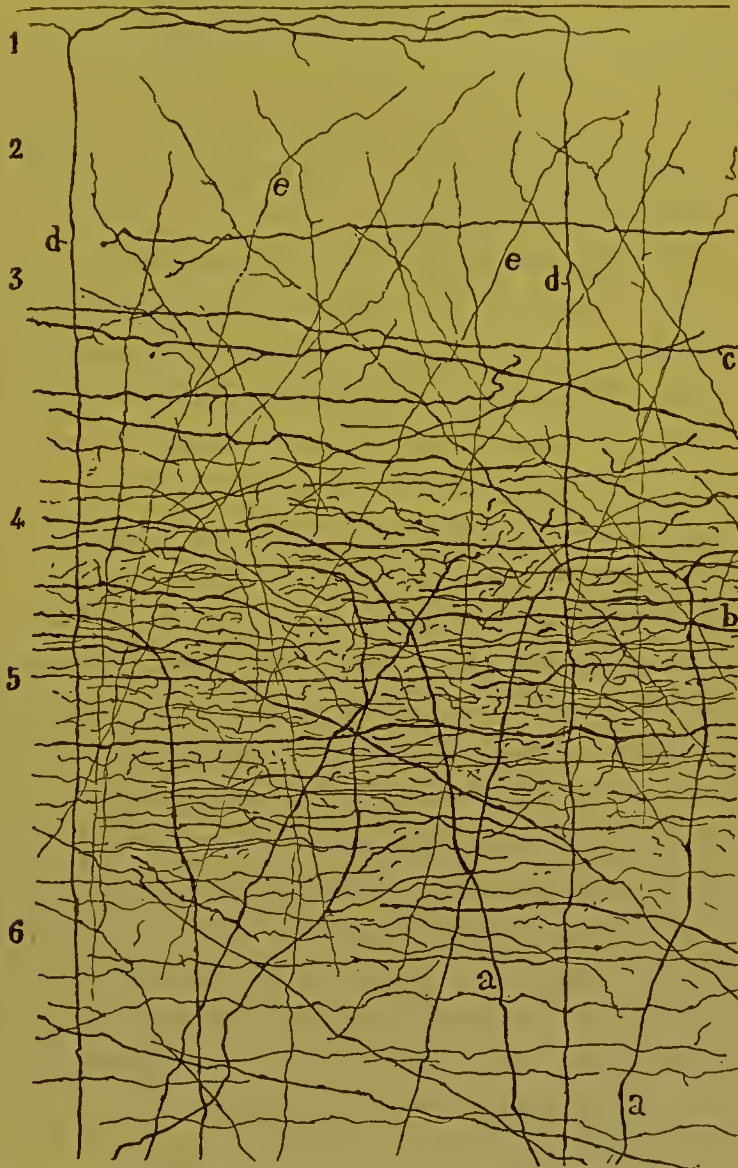
Im Allgemeinen zeigen diese wenigen Collateralen auch horizontalen Verlauf; nur ist derselbe schwer zu verfolgen. Jedoch giebt es neben den Fasern, welche in einem zur ersten Temporalwindung senkrechten Schnitt aus der weissen Substanz kommen, noch andere, welche man bis zu letzterer nicht verfolgen kann, weil sie vielleicht in gekreuzter Richtung, d. h. parallel zur Windung ziehen. Viele dieser Fasern, deren Verzweigungen das Geflecht der fünften Schicht vermehren, dürften wohl exogene Fasern von gleicher Herkunft, doch anfänglich verschiedenem und meist schrägem Verlauf sein.

Nicht alle die Fasern mit anscheinend exogener Herkunft sind in der Körnerschicht verzweigt; viele verlaufen auch durch lange Strecken horizontal durch die vierte Schicht, und es fehlen auch nicht analoge Fasern, die in der sechsten und siebenten Schicht zerstreut sind. Es giebt Stellen, in welchen es unmöglich ist, das in diesen Schichten befindliche Geflecht von dem der Körnerschicht zu unterscheiden; so ausgeprägt ist die Continuität derselben, und so gross die Aehnlichkeit hinsichtlich des Verlaufes, der Richtung und der Verzweigung der sie zusammensetzenden Fasern. Diese Vermengung der exogenen Fasern bildet eine der grössten Schwierigkeiten, welche sich dem Structurstudium dieser Rindengegend entgegenstellen. Manche Fasern gelangen bis in die dritte Schicht und verlaufen hier über lange Strecken horizontal, indem sie sich durch ihre Dicke von den Collateralen der Pyramiden und den diese Schicht kreuzenden Aesten der Zellen mit kurzem Axencylinder unterscheiden (Fig. 15, *c*).

Woher stammen die in der fünften Schicht und den benachbarten verzweigten exogenen Fasern? Es ist unmöglich, diese Frage mit einiger Sicherheit zu beantworten. Die Schwierigkeit ist um so erheblicher, als die grosse Mehrzahl der dicken horizontalen Fasern der vierten, fünften und

sechsten Schicht eine solche Länge erreichen, dass man sie niemals in die weisse Substanz hinabsteigen sieht und es deshalb nicht angängig scheint, die exogene Beschaffenheit als ausser Zweifel hinzustellen. In

Fig. 15.



Nervengeflechte der acustischen Rinde des 25 Tage alten Kindes. Golgi-Methode.

1 plexiforme Schicht; 2, kleine Pyramiden; 3, mittelgrosse Pyramiden; 4, grosse äussere Pyramiden; 5 Körnerschicht; 6 mittelgrosse tiefe Pyramiden; *a*, centripetale Faser; *b*, horizontale, centripetale dicke Fasern; *c*, horizontale dicke Fasern der dritten Schicht; *e*, schräge, dünne Fasern; *d*, lange, in die erste Schicht aufsteigende Fasern.

Anbetracht dessen jedoch, dass einige wenige Fasern dieser Art positiv in die weisse Substanz hinabsteigen, scheint die Annahme nicht gewagt, dass mindestens ihrer viele bestimmt die Fortsetzung centripetaler Leiter darstellen. Nehmen wir dies an und machen wir einen Analogieschluss davon, dass in anderen Rindengegenden, z. B. in der optischen, die in der Körnerschicht verzweigten centripetalen Fasern sehr wahrscheinlich optische Bahnen zweiter Ordnung darstellen, so könnte man hier vermuthen, dass die erwähnten exogenen Geflechte der acustischen Rinde ebenfalls aus acustischen Endfasern zweiter Ordnung, vielleicht im inneren Kniehöcker entsprungen, bestehen.

Auf dieser Voraussetzung lässt sich eine Hypothese über die Art der Verbindung dieser Fasern und über den Mechanismus der Stromverbreitung in der Hörrinde aufbauen. Die exogenen Leiter dürften mittelst Contactes in Verbindung treten: 1. mit dem Körper und dem Schaft zahlreicher Pyramiden der sechsten, fünften und vierten Schicht; 2. mit den Schäften und Körpern der acustischen Specialzellen, welche gerade in den Schichten liegen, in welchen sich vorzugsweise die erwähnten exogenen Fasern vertheilen; 3. mit dem Körper und den Dendriten der zahllosen Zellen mit kurzem Axencylinder, welche in der Körnerschicht liegen. Diese letzte Verbindung jedoch kommt einer Contactverbindung mit den Pyramiden gleich, denn schliesslich tritt der Axencylinder der Körner und derjenige der verschiedenen doppeltgebüschelten Zellen der fünften Schicht in Contiguitätsverbindung mit dem Körper der Zellen mit langem Axencylinder. Es gäbe daher zwischen den acustischen Endfasern und den Projections- oder Pyramidenzellen directe und indirecte (entfernte) Verbindungen: erstere finden statt zwischen den acustischen Fasern und den Pyramiden und Specialzellen, welche in ihrer Vertheilungssphäre liegen; letztere, mittelst der Zellen mit kurzem Axencylinder, zwischen den erwähnten Fasern und den Pyramiden, welche in grosser Entfernung davon liegen, bald in der Richtung des Radius der Windung, bald in der Richtung ihrer Fläche.

Diese muthmasslichen Verbindungen feststellen heisst den Canal der hier befindlichen Nervenströme verfolgen. Demgemäss kann der in den centripetalen Fasern herangelangte acustische Reiz, nachdem er von den verschiedenen Zellen aufgenommen ist, auf drei Wegen aus der Rinde

austreten: durch die aus den acustischen Specialzellen entspringenden starken Axencylinder, durch den dünnen und mitteldicken Axencylinder der mittelgrossen und kleinen Pyramiden, und durch den dicken Axencylinder der grossen Pyramiden und dreieckigen Zellen.

Es ist hier zu bemerken, dass diese drei Ströme den drei Fällen physiologischer Coordination entsprechen, welche die Theorie fordert: acustisches Erinnerungsbild, acustisch-motorischer Reflex, Association mit Centren von optischen Vorstellungen und vielleicht mit der acustischen Sphäre der entgegengesetzten Seite. Auch ihr Verlauf ist ein entsprechender: zur Leitung der acustischen Eindrücke dienen die erwähnten Specialzellen, zur Leitung der acustisch-motorischen Muskelreflexe die grossen Pyramiden, zur Herstellung der interencephalen Verbindungen die kleinen und mittelgrossen Pyramiden. Diese Conjectur wäre recht plausibel, entbehrt jedoch jeder anatomisch-physiologischen Stütze und hätte keine weitere Bedeutung, als zukünftigen Forschern eine von den mannigfaltigen Möglichkeiten zu bezeichnen, die man sich bei der Untersuchung der Verhältnisse und der Deutung der Befunde vergegenwärtigen muss.

Die erwähnten exogenen Geflechte der vierten, fünften und sechsten Schicht compliciren sich überdies mit einer Unzahl von Verzweigungen endogener Axencylinder, von deren genauer Analyse wir absehen. Es wird genügen, sich dessen zu erinnern, dass an dem Geflecht der fünften Schicht theilnehmen: a) Nervencollateralen der mittelgrossen und kleinen Pyramidenzellen der Körnerschicht; b) Collateralen zahlreicher aufsteigender Fasern, welche aus den Martinotti'schen Zellen stammen, die in der sechsten und siebenten Schicht liegen; c) Endverzweigungen zahlreicher Zellen mit kurzem aufsteigenden Axencylinder, welche in der fünften und sechsten Schicht sich befinden, und besonders jener Sternzellen, deren Axencylinder sich in sehr lange horizontale Aeste auflöst. Diese letzten Aeste können sowohl wegen ihrer Stärke, wie wegen ihrer beträchtlichen Länge leicht mit horizontalen exogenen Fasern verwechselt werden.

Exogene, für die erste Schicht bestimmte Fasern. — Verschiedene Autoren haben bei der Abhandlung der Markfasern der typischen Rinde angenommen, dass manche aus der weissen Substanz

kommende Fasern in der plexiformen Schicht enden, nachdem sie senkrecht alle dazwischenliegenden Schichten gekreuzt haben.

Bei unseren letzten Färbungen der acustischen Hörrinde gelang es uns oft, sehr lange, relativ starke Fasern zu beobachten, welche, arm an Collateralverzweigungen oder ganz frei von solchen, von dicht an der weissen Substanz belegenen Stellen bis in die plexiforme Schicht verfolgt wurden, in der sie sich horizontal wenden und reichlich verzweigen, nachdem sie weite Strecken tangential zurückgelegt haben. Sind auch diese Radiärfasern exogene Leiter? Es ist wahrscheinlich, aber nicht sicher. Es läuft hier leicht ein Irrthum unter, insofern man für centripetale Fasern die starken aufsteigenden Axencylinder der colossalen Martinotti'schen Zellen halten kann, welche in der siebenten Schicht und zuweilen in der Nähe der weissen Substanz liegen. (Fig. 15, *d.*)

Dünne, über die zweite, dritte und vierte Schicht vertheilte Fasern (Fig. 15, *e*). — Schon in unserer Studie über die motorische Rinde, haben wir die Aufmerksamkeit auf die Häufigkeit hingelenkt, mit welcher sich in gewissen Präparaten in den bezeichneten Schichten und besonders in der zweiten und dritten eine reichliche Menge sehr zarter, variköser Fasern findet, die zuweilen vertical, öfter jedoch schräg und sogar transversal verlaufen. Fast alle diese Fasern, deren einige in Fig. 15, *e* abgebildet sind, enden mit einer Varikosität oder Bifurcation bald in der plexiformen Schicht, bald in den verschiedenen Ebenen der zweiten. Nach unten durchlaufen sie lange Strecken ungetheilt, und im Allgemeinen entziehen sie sich dem Blicke, wohl mangels der Färbung oder aus anderen Gründen, schon vor der sechsten Schicht. Öfter und zwar im Maasse als sie in die Tiefe gelangen, werden sie dicker, treten näher an einander und bilden verticale oder schräge Bündel, deren Ursprung wir noch nicht feststellen konnten.

Diese Fasern, welche in der zweiten und dritten Schicht ein sehr dichtes Geflecht erzeugen (nicht so dicht wie in der motorischen Rinde, obgleich dieser Unterschied aus der besseren oder geringeren Färbung sich ergeben kann) und sich dem Schaft der Pyramiden anzuschliessen scheinen, — sollten es vielleicht die Endäste von Balken- oder Associationsfasern sein? Wir können keine Antwort darauf geben; nur das Eine

können wir versichern, dass sie weder rückläufige Collateralen von Pyramiden, noch aufsteigende Martinotti'sche Fasern, noch Nervencollateralen der acustischen Specialzellen, noch endlich aufsteigende Aeste des Axencylinders doppeltgebüschelter Zellen darstellen. Da es jedoch nicht möglich war, diese Fasern bis in die weisse Substanz zu verfolgen, so lässt sich die endogene Herkunft mit absoluter Sicherheit nicht ausschliessen. Man kann sich z. B. denken, dass sie feine, aufsteigende Nervencollateralen jener kleinen Pyramiden oder Körner darstellen, deren Axencylinder sich in Bögen mit daraus entspringenden verticalen Fasern auflöst. Es könnten endlich Collateralen der weissen Substanz oder vielleicht auch die höchsten Fäden des Nervenfortsatzes der Zellen mit kurzem Axencylinder sein, welche in der fünften, sechsten und siebenten Schicht liegen. Diese Frage erheischt also noch weitere und eingehendere Untersuchungen. —

DIE HÖRRINDE BEI DEN GYRENCEPHALEN SÄUGETHIEREN.

Im Anschluss an diese Beschreibung wollen wir noch das Verhalten der Temporalwindungen bei dem Hunde und der Katze, wie es sich bei Anwendung der Nissl- und der Golgi-Methode darbietet, schildern. Die schönsten Präparate haben wir bei der 20 bis 24 tägigen Katze gewonnen, d. h. zu einer Zeit, in der alle Zellen, mit Ausnahme der ersten Reihen der kleinen Pyramiden, morphologisch fast gänzlich entwickelt sind.

Wie bekannt, besitzt der Temporallappen bei Hund und Katze drei parallele absteigende Windungen, welche sich an der Spitze des Lappens vereinigen. Nach Munk soll das Hörcentrum beim Hund im unteren Theil der beiden hinteren Windungen, welche die grösseren sind, seinen Sitz haben.

Es ist anzunehmen, dass die Localisation bei der Katze die gleiche ist. Jedenfalls müssen wir bemerken, dass sich unsere Beobachtungen auf den mittleren Theil der beiden hinteren Windungen erstrecken, deren Structur wir mit geringen Differenzen identisch fanden.

Es bleibt dahingestellt, ob die hier gemachten Structurbefunde ausschliesslich örtliche Eigenthümlichkeiten sind, da unsere vergleichenden Untersuchungen über die Temporalrinde und die übrigen Rindensphären der Katze und des Hundes noch sehr lückenhaft sind. Doch können wir trotz der Unzulänglichkeit der Analyse versichern, dass die Rindenfelder der Säugethiere unter sich viel weniger Unterschiede zeigen, als die des Menschen, woraus sich genügend der Umstand erklärt, warum verschiedene Autoren bei der Rinde der Maus, der Katze und des Kaninchens nur eine Structur erkennen konnten, die Structur der typischen Rinde.

Die Nissl-Methode zeigt in den Temporalwindungen von Hund und Katze die folgenden Schichten: 1. plexiforme Schicht, 2. kleine Pyramiden, 3. mittelgrosse Pyramiden, 4. Körner oder kleine Pyramiden und Sternzellen, 5. Riesenpyramiden, 6. gedrängte Spindel- und Dreieckszellen (Schicht der polymorphen Zellen des Kaninchens und der Maus), 7. fibrocelluläre Schicht (spärliche grosse Spindel- und Dreieckzellen).

Wie ersichtlich, fehlt bei Hund und Katze die Schicht der grossen oberflächlichen Pyramiden, welche durch mittelgrosse ersetzt ist. Auch die Körner bilden keine so gut abgegrenzte Schicht wie bei der menschlichen Rinde; sie stellen nur eine tiefe Lage der Schicht der mittelgrossen Pyramiden dar, in der die kleinen Zellen mit kurzem Axencylinder zahlreicher vorhanden sind als in anderen Schichten. Die fünfte Schicht markirt sich deutlich durch das Vorhandensein grosser intercellulärer Räume sowohl wie durch die Existenz grosser Pyramiden; diese Räume, interstitiellem Geflecht entsprechend, verengen sich wieder im Niveau der sechsten Schicht, deren Zellen sehr dicht liegen. Die siebente Schicht endlich erkennt man an den breiten Bündeln der weissen Substanz, welche die Zellen von einander sondern. Letztere sind spärlich, bipolar, dreieckig oder sternförmig, oft voluminöser als die Riesenpyramiden oder ebenso gross, und zeigen häufig einen Kranz von Neurogliakernen. Die Breite der sechsten und siebenten Schicht zusammen kommt gelegentlich derjenigen der Summe aller übrigen gleich, mit Ausnahme an der Concavität der Windungen, in welcher diese letzteren beträchtlich überwiegen.

Wir wollen hier keine Einzeldarstellung aller Zellen, welche die Golgi-Methode im Gehirn von Katze und Hund zu Tage fördert, geben. Ihrer viele sind identisch mit den in der motorischen und optischen Rinde liegenden und sind von den Autoren, welche die typische Rinde studirt haben, beschrieben worden.

Wir wollen uns hier mit dem Hinweis auf einige Zellen begnügen, welche in ihren wesentlichen Eigenschaften den in der menschlichen Temporalrinde beschriebenen zu entsprechen scheinen.

Plexiforme Schicht. — Sie bietet weder bei Hund noch bei Katze etwas Besonderes; man sieht in ihr die Tangentialfasern (d. h. den horizontalen Axencylinder der Specialzellen, die selten imprägnirt

Fig. 16.



(Erklärung dieser Figur siehe Seite 47 unten.)

sind), die feinen Verzweigungen der Martinotti'schen Fasern und die Nervenverzweigungen von Zellen mit kurzem Axencylinder, Zellen, die den von mir bereits an anderer Stelle[4]) beschriebenen ähnlich sind.

Zweite und dritte Schicht (kleine und mittelgrosse Pyramiden). — Neben den wohlbekannten Pyramidentypen, von denen wir einige in Fig. 16 *A* reproduciren, befinden sich hier verschiedene Kategorien von Zellen mit kurzem Axencylinder. Darunter sind hervorzuheben:

a) Ein Typus von doppeltgebüschelten, relativ grossen Zellen, deren Axencylinder sich in eine Verzweigung aufsteigender und absteigender Aeste auflöst, die weniger lang und weniger complicirt sind als die dem homonymen Typus der menschlichen Rinde angehörigen (J).

b) Sternförmige oder dreieckige grosse oder mittelgrosse Zellen mit langen divergirenden Dendriten und mit einem Axencylinder, der sich in eine weite und lockere Verzweigung auflöst, welche sich über einen grossen Theil der zweiten und dritten Schicht erstreckt.

In einigen Präparaten fanden wir auch gewisse sehr starke Nervenverzweigungen, deren längste Aeste die zweite, dritte und vierte Schicht durchkreuzen; einige von ihnen reichen bis in die plexiforme Schicht. Die Ursprungszellen vermochten wir noch nicht zu färben; sie dürften sehr gross sein.

c) Zellen mit aufsteigendem Axencylinder, der bald in der ersten, zweiten und dritten Schicht, bald ausschliesslich in der ersten verzweigt ist.

Körnerschicht. — Sie enthält ebenfalls wie in der menschlichen Rinde Zellen mit langem und solche mit kurzem Axencylinder.

a) Die Zellen mit langem Axencylinder haben Pyramidenform und ähnliche Eigenschaften wie die entsprechenden Zellen beim Menschen. Wie in Fig. 16 *C, D, E* ersichtlich, beschreiben die Nervencollateralen

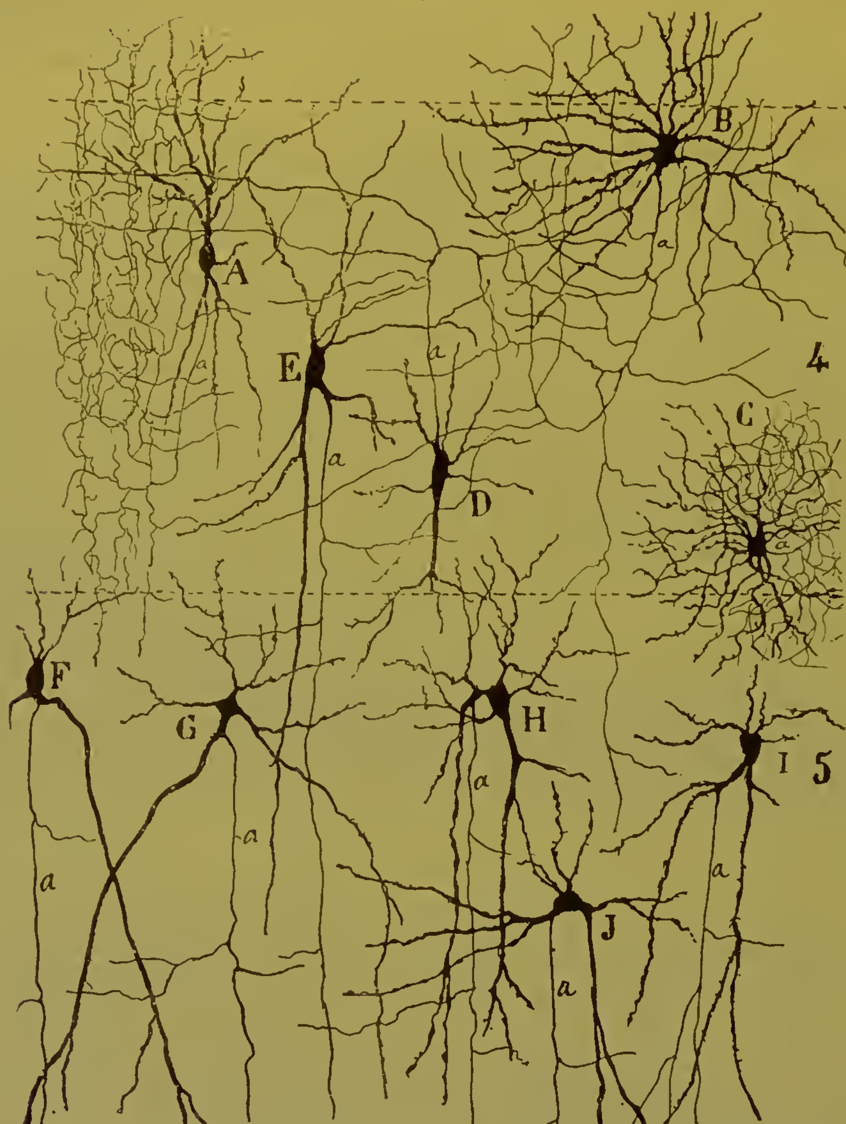
---

Verschiedene Zelltypen der Temporalrinde der 24 Tage alten Katze.

4, Körnerschicht; 5, Schicht der Riesenpyramiden; *A*, kleine und mittelgrosse Pyramiden; *B*, gewöhnliche mittelgrosse Pyramide der vierten Schicht; *C, D*, Körner mit aufsteigenden, in der zweiten und dritten Schicht endenden Nervencollateralen; *E*, Sternzelle mit Radiärschaft; *F, G*, Riesenpyramiden; *H*, doppeltgebüschelter Riesentypus mit dichter Nervenverzweigung; *I, J*, doppeltgebüschelte Zellen von mittelgrossem Umfang und wenig verzweigtem Axencylinder; *K*, Zelle mit langem, absteigendem Axencylinder; *L*, grosse Sternzelle mit kurzem Axencylinder, der in lange horizontale Aeste getheilt ist; *M*, Zelle mit aufsteigendem, in der zweiten und dritten Schicht verzweigtem Axencylinder.

dieser Zellen Bögen und ziehen zum grossen Theil rückläufig, um in der dritten und zweiten Schicht zu enden. Was den unteren Theil des Axencylinders anlangt, so besitzt er geringeren Umfang als die Collateralen und erstreckt sich in die weisse Substanz. Es giebt ausser-

Fig. 17.



Zellen der vierten und fünften Schicht des Temporalhirns der Katze.

4, Körnerschicht; 5, Schicht der Riesenpyramiden; *A*, Typus der doppeltgebüschelten Zelle; *C*, neurogliaforme Zelle, *B*, Sternzelle mit kurzem Axencylinder; *D*, spindelförmige Zelle mit kurzem, in horizontale Aeste getheilten Axencylinder; *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *J*, morphologische Varietäten eines Zelltypus ohne Radiärschaft, aber mit langem absteigenden Axencylinder.

dem in dieser Schicht viele mittelgrosse Pyramiden, die den gewöhnlichen gleichen, wie z. B. *B*, Fig. 16.

b) Doppeltgebüschelte grosse oder mittelgrosse Zellen mit mässig verzweigtem und radiär gestelltem Axencylinder (Fig. 16 *J*).

c) Stern- oder kugelförmige grosse oder mittelgrosse Zellen, deren Axencylinder eine dichte vertical über die ganze Körnerschicht sich erstreckende Verzweigung bildet. Nicht selten sieht man, dass diese Verzweigung parallele und radiäre Reihen von pericellulären Nestern bildet. Zwei Beispiele solcher Zellen, die ohne Zweifel den Zellen mit reich verzweigtem Axencylinder gleichen, die wir in der Körnerschicht der menschlichen Temporalrinde beschrieben haben, reproduciren wir in Fig. 16, *H* und 17, *A*.

d) Neurogliaformer Typus (Fig. 17, *C*). Er ist im Allgemeinen dicker als derjenige in der menschlichen Rinde und unterscheidet sich, abgesehen von der zarten und dichten Verzweigung des Axencylinders, durch die beträchtliche Zahl und das sehr variköse Aussehen der Dendriten.

e) Grosse Sternzelle mit einem in dieser und den benachbarten Schichten weit verzweigten Axencylinder (Fig. 17, *B*).

f) Spindelförmige Zelle mit aufsteigendem, in lange horizontale Aeste aufgelöstem Axencylinder (Fig. 17, *D*). Man wird sich erinnern, dass dieser Typus auch in der menschlichen Rinde existirt.

g) Dreieckige, sternförmige oder spindelförmige Zelle, deren Axencylinder sich reichlich in den darüberliegenden Schichten, d. h. der zweiten und dritten (*M*) verzweigt.

h) Spindelförmige, dreieckige oder kugelige Zelle, ohne Radiärschaft, mit langem absteigenden Axencylinder (Fig. 16, *K* u. 17, *E*). Hier weniger häufig als in den darunterliegenden Schichten, characterisirt sich dieser Zelltypus dadurch, dass er statt eines aufsteigenden Schaftes ein kurzes Büschel von varikösen Aesten, welche nicht über die äussere Grenze der vierten Schicht hinausreichen, und einen oder zwei starke absteigende Schäfte besitzt.

Der Axencylinder lässt sich bis in die weisse Substanz verfolgen, in welcher er sich oft in einen dünnen und einen dicken Ast spaltet. Entsprechen diese Zellen den acustischen Specialzellen? Wir wissen es

nicht. Um diese Frage beantworten zu können, müsste man die ganze Rinde untersuchen und sehen, ob diese Zellen ausschliesslich in der Temporalrinde existiren; zu dieser Untersuchung sind wir bisher nicht gelangt. Jedenfalls stimmen sie mit den Specialzellen nur bezüglich des Fehlens des Radiärschafts überein; es fehlen ihnen der riesige Umfang, die horizontale Stellung und die langen aufsteigenden Dendriten.

Schicht der grossen Pyramiden. — Sie beherbergt starke und schlanke Riesen- und mittelgrosse Pyramiden, aus deren Körper lange und horizontale Dendriten entsprossen (Fig. 16, *G*, *F*); der dicke und absteigende Axencylinder lässt sich gut bis in die weisse Substanz verfolgen.

Neben diesem pyramidalen Typus bemerkt man noch doppeltgebüschelte Zellen, Sternzellen mit kurzem, in der genannten Schicht verzweigten Axencylinder (Fig. 16, *L*) und vor Allem die schon erwähnten Zellen ohne Radiärschaft und mit langem absteigenden Axencylinder.

Dieser letzte Typus ist sehr häufig in der fünften Schicht (Fig. 17) und zeigt mannigfaltige Formen: Mitra- (*J*), Stern- (*G*), Dreieck- (*H*, *I*), Eiform (*F*) etc. Die Collateralen des Axencylinders verzweigen sich vor Allem über die fünfte und sechste Schicht.

Eine andere etwas specifische Zelle haben wir in Fig. 16, *K* abgebildet. Im Allgemeinen sternförmig, wie bei dem vorstehenden Typus, unterscheidet sie sich von ihm darin, dass eine der aufsteigenden Dendriten, anstatt nach kurzem Verlauf zu enden, einen Bogen beschreibt und bis in die plexiforme Schicht zieht.

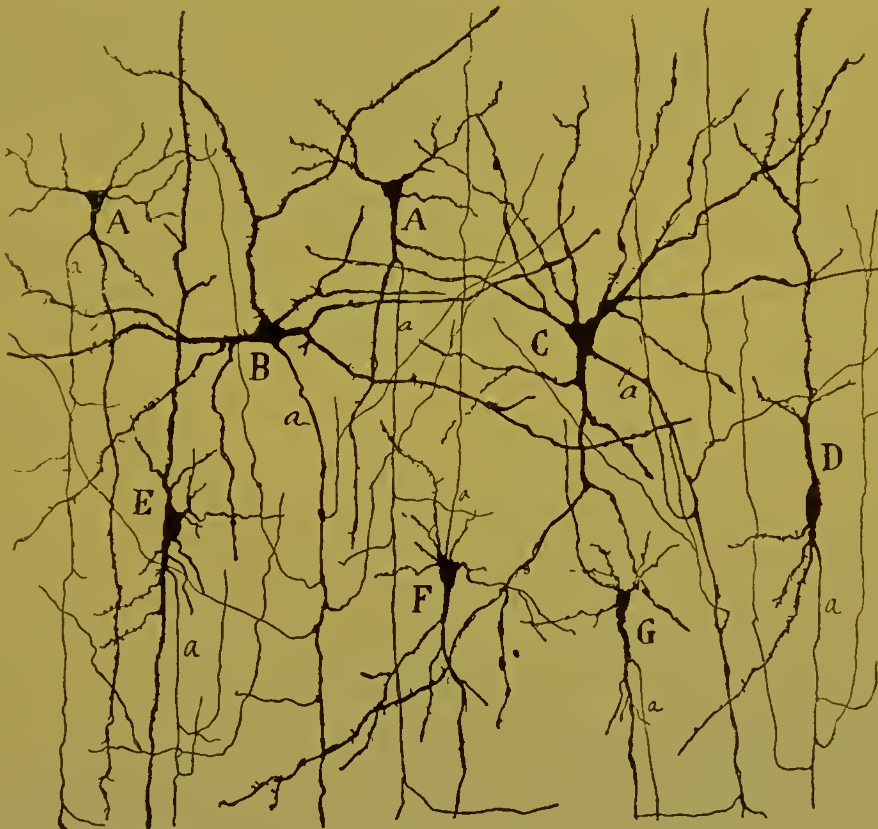
Sechste Schicht (dreieckige oder spindelförmige Zellen.) — Sie enthält dreieckige, pyramiden-, stern- oder spindelförmige Zellen, welche mit einer radiären Dendrite, die bis in die erste Schicht reicht, und mit einem in die weisse Substanz eintretenden Axencylinder versehen sind. Es fehlen hier nicht, ja sind vielleicht zahlreicher als in der voraufgehenden Schicht, die Zellen mit kurzem Axencylinder jeder Art und die Sternzellen ohne Radiärschaft und mit einem bis in die weisse Substanz sich erstreckenden Axencylinder.

Siebente Schicht (fibrocelluläre). — Sie zeigt Reihen von Zellelementen, oder vereinzelte Zellen, welche durch Wände weisser Substanz getrennt sind. Ausser den Typen, die hier gewöhnlich grösser

erscheinen, der voraufgehenden Schicht finden sich hier folgende zwei andere:

a) umgekehrte Pyramide, d. h. solche mit absteigendem Schaft und aufsteigendem, bis in die erste Schicht reichenden Axencylinder (Fig. 18, *F*).

Fig. 18.



Einige Zelltypen der siebenten Schicht der Temporalrinde der 14 Tage alten Katze. *A, G,* Zellen ohne Radiärschaft und mit langem absteigenden Axencylinder; *B, C,* Riesensternzellen mit in die weisse Substanz tretendem Axencylinder, *D, E,* Spindelzellen mit langem Axencylinder und Radiärschaft; *F,* umgekehrte oder Martinotti'sche Pyramidenzelle.

b) Riesensternzelle, aus deren Körper lange, divergirende Dendriten hervorgehen und deren sehr dicker und variköser Axencylinder sich in die weisse Substanz begiebt, nachdem er lange rückläufige Collateralen abgegeben hat. Dieser Zelltypus, welcher in der siebenten Schicht sehr häufig vorkommt, obgleich er in der sechsten nicht fehlt, nähert sich mehr als die anderen dem Specialtypus der acustischen Rinde des

Menschen; indess möchten wir nicht wagen, ihn mit diesem zu indentificiren wegen des Fehlens der am meisten characteristischen Kennzeichen, nämlich: die vorwiegend horizontale Richtung der Dendritenschäfte und die Anwesenheit zahlreicher aufsteigender secundärer Aeste.

Kurzum in der Temporalrinde von Hund und Katze finden sich Zelltypen, die denen der menschlichen Rinde ähneln; jedoch erschweren die morphologischen Varianten, welche an ihnen zu Tage treten, den Vergleich. Jedenfalls stimmen beide Rinden in einigen Eigenschaften überein: Vorhandensein einer Körnerschicht, in der ähnliche Zellen mit kurzem Axencylinder liegen; ausserordentliche Entwicklung der tiefen Schichten; Existenz von Zellen mit langem Axencylinder und ohne Radiärschaft etc. Es ist auch merkwürdig, dass bei der Katze Zellformen gefunden worden, welche ausschliesslich der menschlichen Rinde anzugehören schienen, wie der neurogliforme und der doppeltgebüschelte Typus, allerdings in etwas modificirter Gestalt.

Wenn aus der voranstehenden kurzgefassten Analyse und in Hinsicht auf die, die anderen Rindengegenden sensorieller Natur betreffenden Ergebnisse, sich uns die Frage aufdrängt, welches der Hauptunterschied zwischen dem Gehirn des Menschen und der höheren Thiere sei, so können wir ohne Bedenken behaupten, dass es nichts anderes ist, als die ausserordentlich grosse Zahl der Zellen mit kurzem Axencylinder und besonders der gebüschelten Zellen. Durch diese Ueberzahl von Zellen mit kürzeren Associationsbahnen ist beim Menschen die beträchtliche Entwicklung der Körnerschicht (des Ortes, an welchem diese Zellen sich concentriren) und der Zellreichthum der Schicht der kleinen Pyramiden bedingt.

Es ist für mich daher über jeden Zweifel erhaben, dass die Zellen mit kurzem Axencylinder und besonders die häufiger vorkommenden d. h. die doppeltgebüschelten, bei der Entstehung psychischer Vorgänge eine wichtige Rolle spielen, wenn sich auch für heute die letztere nicht genau bezeichnen lässt. Es giebt jedoch im Sinneshirn zwei Factoren von verschieden associirter Construction, entsprechend dem Grade der Entwicklung, welchen das Thier erreicht hat: Der alte phylogenetische Factor, der in keinem Gehirn von den Batrachiern bis zum Menschen fehlt und der durch die Pyramiden und die centripetalen sensorischen

Fasern repräsentirt wird; und der relativ junge phylogenetische Factor, der nur bei den gyrencephalen Säugethieren gut entwickelt erscheint und der durch die Zelle mit kurzem Axencylinder repräsentirt ist, welche in gewisser morphologischer Beziehung sich differenzirt hat. Sicherlich besteht die höhere Entwicklung des menschlichen Gehirns nicht nur in der Vermehrung der Zellen mit kurzen Associationen; es hat sich auch durch die Zunahme der Zahl der kleinen und mittelgrossen Pyramiden vervollkommnet, die sich vielleicht in lange Associationsfasern fortsetzen, und ferner durch eine grössere Differenzirung der in der plexiformen Schicht liegenden Zellen.

II. RINDE DER INSEL.

Da die Insel als ein zur acustischen Sphäre gehöriges Gebiet betrachtet wird, ist es von Interesse, nachzuweisen, ob ihre Windungen dieselbe Structur besitzen wie die erste Schläfenwindung oder eigene Charactere, entsprechend einer besonderen physiologischen Bedeutung.

Wir haben daraufhin jüngst, mit der Nissl'schen wie mit der Golgi'schen Methode, die Inselwindungen untersucht und die bisherigen, allerdings noch unvollständigen Resultate — wir konnten nur eine kleine Zahl guter Präparate benützen — zeigen, dass die graue Substanz der Insel Structureigenthümlichkeiten besitzt, denen zufolge sie sich leicht von der Rinde der übrigen Gehirngegenden unterscheiden lässt. Diese Eigenthümlichkeiten betreffen die besondere Morphologie der Pyramiden und die Breite und Vertheilung der allen Windungen gemeinsamen Schichten.

Die bisherigen darauf bezüglichen Veröffentlichungen sind spärlich und lückenhaft. Die einschlägigen Arbeiten betreffen nur Beobachtungen über die Zahl und die Ausdehnung derselben.

Meynert[5]), der zuerst genauer die Inselwindungen analysirte, bezeichnet als ihre Eigenthümlichkeit die Existenz des Claustrums, d. h. einer neuen tiefen grauen Schicht, die von den übrigen wohl gesondert und aus Spindelzellen zusammengesetzt ist. Diese Schicht soll die fünfte Schicht der gewöhnlichen Rinde darstellen.

Nach Betz[6]) soll die Eigenart der Insel in dem Vorhandensein grosser multipolarer Zellen, ähnlich dem im Claustrum befindlichen, in der fünften Schicht bestehen.

Nach Mondino[7]) enthält die Insel und speciell die Gegend des hinteren Sulcus marginalis spindelförmige Zellen, deren Dendriten sich wiederholt spalten und parallel der Oberfläche laufen. Was das Clau-

strum anlangt, so sieht er darin nur die Fortsetzung des vorderen Randes der Temporalrinde, welcher die weisse Substanz der Insel erreicht.

Obersteiner[8]) glaubt, dass die Inselrinde wenig oder gar nicht von dem gewöhnlichen corticalen Typus abweicht, da sich in ihr die fünf classischen Schichten Meynert's finden.

Hammarberg[9]), welcher mit grosser Sorgfalt alle Rindengegenden studirt hat, widmet der Insel wenig Interesse; er beschreibt folgende Schichten:

1. Molecularschicht;

2. u. 3. Kleine und grosse Pyramiden;

4. Schicht, zart und wenig ausgeprägt; kleine Pyramiden (Figur 1, Tafel 3 dieses Autors);

5. Schicht oder ganglionäre, bestehend aus Zellen von 10 : 15 μ;

6. Schicht der Spindelzellen; sehr dick, bis zu 1,20 mm betragend; enthält Zellen von 4 : 8 μ.

Die blosse Betrachtung eines Nissl'schen Schnitts der erwähnten Windungen mittelst geringer Vergrösserungen zeigt deutlich, dass die Inselrinde ein besonderes Aussehen besitzt, das besonders durch den geringen Reichthum und die schwache Ausprägung der Körnerschicht, die Spärlichkeit der Riesenpyramiden und die enorme Dicke der letzten Schicht (Spindelzellen) characterisirt ist, welche durch eine Wand weisser Substanz in zwei Hälften getheilt erscheint.

Zwischen den verschiedenen Schichten grauer Substanz giebt es in der Insel viel weniger Contraste als in den übrigen Rindengegenden, ein Umstand, welcher beträchtlich die Bestimmung und Bezeichnung der Schichten erschwert. Gleichwohl gelang es uns, durch Vergleich von Nissl-Präparaten aus verschiedenen Gehirnen, die folgenden Schichten festzustellen.

1. Plexiforme Schicht. — Sie ist dünn, indem sie nicht über 0,18 mm zu betragen pflegt und enthält, wie die Nissl-Methode lehrt, spärliche horizontale oder Specialzellen. Mittelst der Golgi'schen Methode färben sich diese Specialzellen sehr deutlich; sie unterscheiden sich nicht von den früher erwähnten. Es existiren hier auch Zellen mit kurzem Axencylinder und ein reichliches Geflecht von Aesten, die sich in Martinottische Fasern fortsetzen.

2. Kleine Pyramiden. — Mit der gleichnamigen der Temporalrinde verglichen, erscheint sie ebenfalls schmäler und ärmer an Pyramidenzellen. Fast alle ihre Zellen scheinen Zellen mit kurzem Axencylinder zu sein. Die Plejaden von Zellen, die Betz erwähnt, erscheinen nicht deutlich. Die Golgi'sche Methode fördert dieselben Verhältnisse zu Tage wie in der Temporalrinde.

3. Mittelgrosse Pyramiden. — Diese Schicht umfasst einen grossen Theil der Rinde, und ihre Breite beträgt nicht unter 1,00 bis 1,20 mm. In Nissl-Präparaten erscheint sie aus mittelgrossen, durch Zwischenräume ziemlich von einander getrennten Pyramiden bestehend, deren Durchmesser 12 bis 15 bezw. 18 bis 20 μ betragen. Am unteren Rand dieser Schicht nimmt die Höhe der Zellen sehr wenig zu, weshalb es nicht möglich ist, eine Schicht von grossen oberflächlichen Pyramiden oder die vierte Schicht der anderen Rindengegenden zu unterscheiden.

Das Chromsilber zeigt hier nur bekannte Elemente. Neben den Pyramiden und den Zellen mit kurzem, ab- oder aufsteigendem Axencylinder giebt es hier eine grosse Zahl doppeltgebüschelter, vorzugsweise mittelgrosser und grosser Zellen.

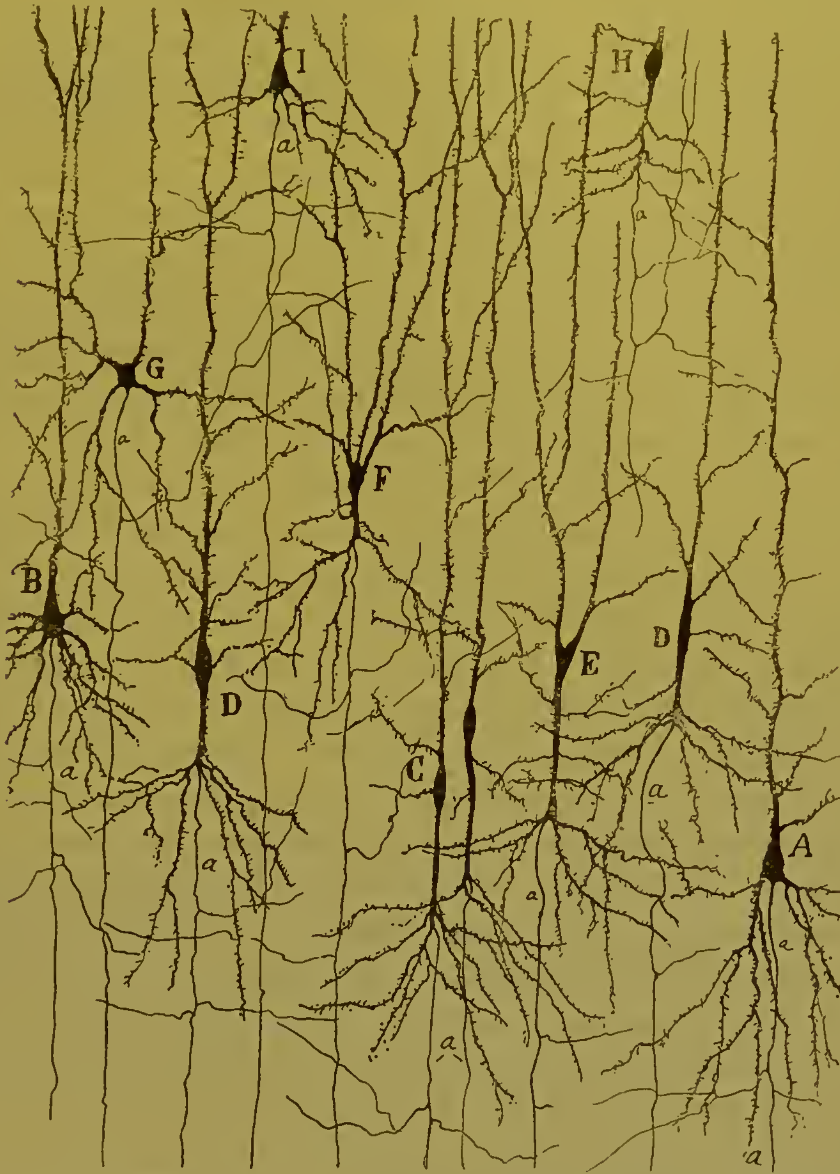
4. Körner. — Die Körnerschicht ist wenig angedeutet und scheint weniger eine besondere Region als ein Theil der dritten Schicht zu sein, insofern sich hier die über die anderen Gebiete zerstreuten Zellen mit kurzem Axencylinder etwas concentriren. In der Rinde des einmonatigen Kindes (Nissl-Methode) ist diese Schicht mehr ausgeprägt als beim Erwachsenen; bei letzterem beträgt ihre Dicke nicht mehr als 0,18 bis 0,20 mm.

Die Golgi-Methode zeigt hier die gleichen Typen wie in der Temporalrinde. Es wiegen die Stern- oder Spindelzellen mit aufsteigendem kurzen oder langen Axencylinder und die doppeltgebüschelten und neurogliformen Zellen vor. Eben so wenig fehlen die kleinen oder mittelgrossen Pyramiden mit starken bogenförmigen Nervencollateralen.

5. Grosse Pyramiden- und Spindelzellen. — Diese Schicht erreicht einen Umfang von 0,30 bis 0,60 mm und in ihr erscheinen schon etwas grössere Pyramiden, die jedoch nicht dicker als 10 bis 12 μ und nicht länger als 30 bis 40 μ sind. Im Allgemeinen bieten die

Pyramiden dieser Schicht, an Nissl-Präparaten betrachtet, eine gewisse quere Abplattung des Körpers, welche sie auf den ersten Blick von den Riesenzellen der übrigen Rindenregionen unterscheiden lässt.

Fig. 19.



Senkrechter Schnitt durch die Rinde der Insel des einmonatigen Kindes. Fünfte Schicht (Pyramiden- und grosse Spindelzellen).

A, B, gewöhnliche grosse Pyramiden; *D, C,* Spindelzellen mit absteigendem Büschel; *E, F,* Zellen mit zwei oder mehr aufsteigenden, bis in die erste Schicht verlängerten Schäften; *G,* Sternzelle mit zwei Radiärschäften; *H, I,* kleine Zellen mit langem Axencylinder der vierten Schicht; *a,* Axencylinder.

Neben den ausgesprochen pyramidalen Zellen beobachtet man namentlich in der Rinde des Erwachsenen lange spindelförmige Zellen, die mit zwei starken polaren radiären Fortsätzen und mit einem länglichen, zuweilen wie derjenige der Bindegewebszellen zu einem Stäbchen in die Länge gezogenen Kern versehen sind. Da wo der aufsteigende oder absteigende Fortsatz entspringt, findet sich oft eine durch Anhäufung von schwarzbraunem Pigment gebildete Anschwellung. Diese Schicht enthält auch Zellen mit Bifurkationen, d. h. mit zwei dicken aufsteigenden und einer absteigenden Dendrite, sowie, unregelmässig zerstreut, einige kleine polyedrische oder spindelförmige Zellen.

Mittelst der Golgi-Methode lässt sich die Morphologie der Zellen dieser Schicht besser bestimmen. Da sie einige interessante Einzelheiten bietet, wollen wir uns etwas länger dabei aufhalten.

Wie in Fig. 19 zu sehen, die die Insel eines einmonatigen Kindes darstellt, sind die Zelltypen mit langem Axencylinder, welche die fünfte Schicht bewohnen, dreierlei Art: 1. Eigentliche Pyramidenzellen, wie in der Hörrinde, mit dem Unterschiede, dass sie hier zarter sind und basilare, zum grossen Theil absteigende und nicht sehr lange Dendriten besitzen (Fig. 19, *A*, *B*). 2. Dreieckige, zwei- oder dreifach gespaltene Zelle (Fig. 19, *E*, *F*), characterisirt durch das Vorhandensein von zwei, drei oder mehr aufsteigenden Protoplasmaarmen, die sich bis in die plexiforme Schicht verfolgen lassen, und einer basalen Dendrite, die sich in einiger Entfernung in ein Büschel dünner, absteigender und divergirender Dendriten auflöst; vom unteren Ende dieses Protoplasmagebildes entspringt der Axencylinder, welcher sich von demjenigen der Pyramiden weder bezüglich der Richtung noch der Collateralen unterscheidet. 3. Spindeltypus mit absteigendem Büschel (Fig. 19, *C*, *D*). Dies ist die häufigste und characterische Zelle der fünften Schicht, wenn sie auch, weniger oft, in den benachbarten Schichten gefunden wird. Der Körper ist lang und zart und scheint manchmal eine blosse Verdickung der Radiärdendrite zu sein; aus dem unteren Pol entspringt ein absteigender Schaft, der, gewöhnlich frei von Aesten, in einiger, bei jeder Zelle verschieden grossen Entfernung sich in ein kleines Büschel von dünnen, absteigenden Dendriten auflöst; der Radiärschaft zieht quer durch die vierte und dritte Schicht und gelangt in die plexiforme, woselbst sich sein

Büschel ausbreitet. Gewöhnlich spaltet sich dieser Schaft inmitten der vierten Schicht und bildet so zwei Endbüschel. Schliesslich entspringen aus den Seiten des Körpers und ebenso aus dem Anfangstheil der Polarschäfte einige zarte horizontale Dendriten. Der Axencylinder tritt wie beim früheren Typus am Fuss oder unteren Ende des absteigenden Fortsatzes hervor und zieht bis in die weisse Substanz, nachdem er in seinem Anfangsverlauf einige horizontal, schräg oder sogar rückläufig gerichtete Collateralen abgegeben hat.

Auf den ersten Blick lässt die eigenartige Morphologie der Zellen der fünften Schicht, die offenbar Homologa der Pyramiden in funktioneller Beziehung sind, daran denken, dass die Zellen infolge seitlicher Compression eine radiäre Verlängerung erfahren haben. Jedoch der Umstand, dass diese Zellformen sich nur in gewissen Rindengegenden zeigen (in der Insel- und der Riechrinde, wie wir bald in einer anderen Arbeit sehen werden) und in dem Gipfel der gewöhnlichen Windungen fehlen, und die leicht zu erweisende Thatsache, dass neben den Spindelzellen wirkliche Pyramiden sich befinden, machen diese Annahme hinfällig.

Diese morphologische Erscheinung stellt wahrscheinlich eine Anpassung an die Lage und Vertheilung der Endverzweigungen der centripetalen Fasern dar und ist bedingt durch die Gesetze der Ersparniss von Substanz oder Protoplasma, von welchen wir in anderen Arbeiten gesprochen haben.[10])

6. Dreieckige Zellen und kleine Spindelzellen. — Zwischen dieser Schicht und der vorstehenden lassen die verschiedenen Uebergänge unmöglich eine bestimmte Grenze erkennen. Man bemerkt nur in Nissl-Präparaten, dass die verhältnissmässig grossen Pyramiden der fünften Schicht, sowie die grossen Spindelzellen allmählich ihren Platz an die kleineren Spindel-, Stern-, dreieckigen oder Pyramidenzellen abtreten. In den äusseren Theilen dieser Schicht bewahren diese Zellen noch ihre radiäre Richtung, nur in den tieferen Lagen schwindet letztere fast ganz und sind die Dendriten nach allen Richtungen gestellt. Bemerkenswerth ist in dieser eben erwähnten tieferen Ebene noch die grosse Häufigkeit, mit welcher die dreieckigen stern- oder spindelförmigen Nervenzellen in ihrer grösseren Ausdehnung mit Neurogliakränzen umgeben sind. Es giebt Zellen, welche von 15 bis 16 Neurogliakernen umgeben erscheinen.

Die sechste Schicht umfasst einen grossen Theil der Inselrinde; beim erwachsenen Menschen beträgt ihre Breite nicht unter 3,50 mm (an den convexen Theilen).

An Golgi-Präparaten eines einmonatigen oder anderthalbmonatigen Kindes untersucht, zeigt diese Schicht eine ähnliche Structur, wie wir sie schon in unserer früheren Arbeit beschrieben. Es finden sich in ihr wirkliche Pyramiden mit langem Axencylinder, spindelförmige und dreieckige Zellen mit in die weisse Substanz reichendem Axencylinder, kugelige, dreieckige oder spindelförmige Zellen mit bald sehr langem aufsteigendem und bis in die oberflächlichen Schichten sich erstreckendem Axencylinder, bald kurzem, in feine Verzweigungen aufgelöstem, welche sich über die sechste und siebente Schicht ausbreiten.

Eine interessante Thatsache ist auch die Existenz von spezifischen acustischen Zellen in der fünften, sechsten und siebenten Schicht, wie wir sie in dem voraufgehenden Studium über die erste Temporalwindung beschrieben haben. Sie sind zwar spärlich vorhanden, fehlen aber niemals, wenn man in guten Präparaten danach sieht.

7. **Substantia fibro-cellularis** (capsula extrema der Autoren). — Unter der voraufgehenden Schicht zeigt sich eine Lamelle weisser Substanz, zwischen deren Bündeln zerstreut und durch mehr weniger grosse Zwischenräume getrennt Nervenzellen liegen. Obgleich spärlich, sind diese Zellen doch immer vorhanden; sie sind dreieckig oder sternförmig und besitzen einen durchschnittlichen Umfang von 12 : 20 μ. Die Dendriten ziehen nach allen Seiten, und die Zellkörper halten keine bestimmte Richtung inne. An einigen Stellen der Schicht concentriren sich diese Zellen mehr und bilden Inseln und Gruppen. Die ganze Dicke der fibro-cellulären Schicht beträgt 2,00 bis 2,50 mm.

Die Neuroglia ist in dieser Gegend sehr reichlich vorhanden und man trifft hier, wenn auch nicht so häufig wie in der vorhergehenden Schicht, ebenfalls pericelluläre Kränze an.

Mittelst der Golgi-Methode untersucht, erscheint die fibro-celluläre Schicht von einem Geflecht von nach allen Richtungen ziehenden Nervenfasern gebildet, zwischen welchem unregelmässig zerstreut grosse und mittelgrosse sternförmige und dreieckige Zellen liegen, deren Axencylinder wir wegen seiner vielen Krümmungen nicht genügend weit verfolgen

konnten. Indess schienen ihren Eigenthümlichkeiten und ihrer Richtung nach diese Axencylinder in der Mehrzahl zu der Klasse der langen zu gehören und glauben wir, dass sie sich in Markfasern fortsetzen, zwischen denen sie sich befinden.

Ueberdies besitzen diese Zellen, deren Dendriten varikös sind und verwickelten Verlauf haben, keinen Radiärschaft und sind deshalb in der plexiformen Schicht durch kein Endbüschel vertreten; einige indess, von dreieckiger Gestalt, zeigen eine lange nach aussen gerichtete Dendrite; doch liess sich dieselbe nicht genügend weit verfolgen, um ihr Verhalten bestimmen zu können.

8. **Tiefe Stern- und Spindelzellen** (Meynert's Claustrum). — Es handelt sich um eine tiefe Schicht grauer Substanz, welche vom Corpus striatum durch eine Lamelle weisser Substanz getrennt (capsula externa) und nach aussen mit den eigentlichen Inselwindungen durch die vorher beschriebene fibro-celluläre Bildung oder Uebergangsbrücke verbunden ist.

Ihre Breite beträgt beim erwachsenen Menschen nicht unter 1,50 bis 1,60 mm und variirt an den verschiedenen Stellen.

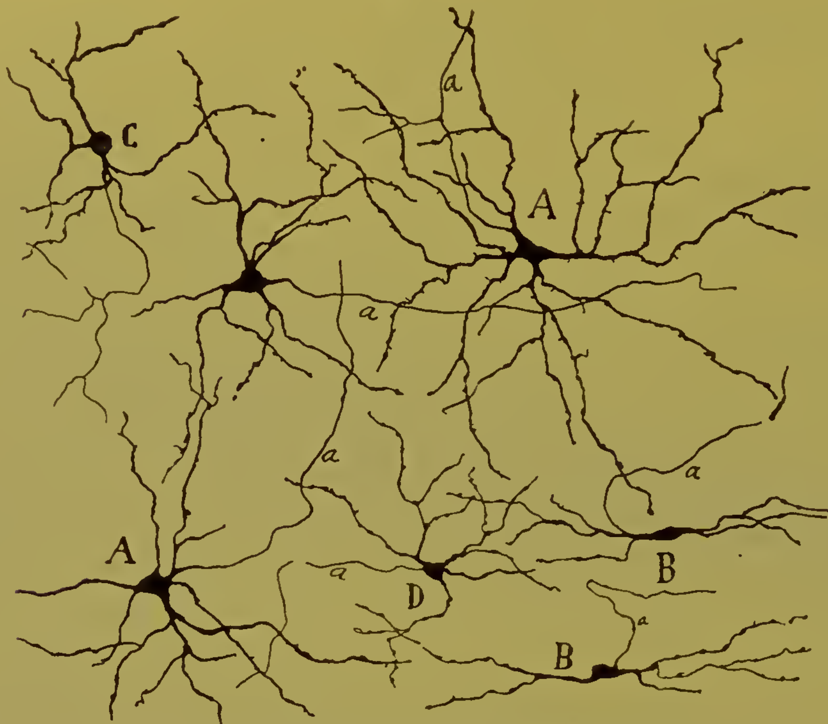
Nach Meynert bildet das Claustrum oder die Vormauer einen integrirenden Theil der Inselrinde und enthält Spindelzellen, welche von denen der fünften Schicht der typischen Rinde (Spindelzellenschicht) sich nicht unterscheiden und zum grossen Theil parallel der Oberfläche gerichtet sind. Diese Zellen sollen vorzugsweise in den äusseren und inneren Partien des Claustrums liegen, in den centralen Partien sollen die Zellen vorwiegen, welche etwas den Pyramiden ähneln.

Untersucht man das Claustrum in Nissl-Präparaten des Erwachsenen, so zeigt sich eine grosse Zahl von multipolaren, unregelmässig vertheilten und durch ein ziemlich weites interstitielles Geflecht getrennten Nervenzellen. Im Allgemeinen ist das Volumen dieser Zellen erheblich grösser als das der Zellen der sechsten und siebenten Schicht und beträchtlich grösser als das derjenigen, welche in dem darunter liegenden Corpus striatum sich befinden. Eigentliche Pyramidenzellen existiren hier nicht; wenn einige von ihnen diese Form anzunehmen scheinen, so fehlt ihnen doch immer der nach der Oberfläche hin gerichtete Radiärschaft. Jedenfalls, wenn auch die Zellen dieser Gegend eine bestimmte Richtung entbehren, schien es mir doch, dass die Mehrzahl der

Protoplasmaarme horizontal oder parallel zur Rinde verlaufen. Viele Zellen besitzen einen in gleicher Richtung sich erstreckenden Zellkörper, eine Eigenthümlichkeit, die schon von Meynert erwähnt worden ist.

In Fig. 20 reproduciren wir einige mit Chromsilber gefärbte Exemplare der häufigeren Zellen des Claustrums des einmonatigen Kindes; man sieht, dass sie zweierlei Art sind: grosse, dreieckige oder sternförmige (Fig. 20, *A*) und mittelgrosse oder kleine, unter welchen kugelige (*C*), spindel- (*B*) und sternförmige (*D*) beobachtet werden.

Fig. 20.



Zellen des Claustrum des 25 tägigen Kindes.

A, sternförmiger Riesentypus; *B*, kleiner, spindelförmiger Typus; *C*, kugliger Typus, zufällig mit kurzem Axencylinder.

Die grossen Zellen senden vier, fünf oder mehr, wiederholt gespaltene Dendriten aus, welche sich divergirend über lange Distanzen erstrecken und nach allen Richtungen ziehen, jedoch innerhalb der Schicht selbst enden. Der Axencylinder ist dick, schlägt verschiedene Richtungen ein und setzt sich in eine Markfaser fort. Bei einigen Zellen stieg dieser Fortsatz direkt nach oben und gelangte bis in die Nähe der

fibro-cellulären Schicht. Da wir das Verhalten des Axencylinders jedoch nicht weiter feststellen konnten, so bleibt die Bedeutung dieser Zellen dunkel. Jedenfalls ist es unzweifelhaft, dass sie Sternzellen mit langem Axencylinder darstellen.

Was die mittelgrossen und kleinen Zellen (*B*, *C*, *D*) betrifft, so besitzen sie feinere und kürzere Fortsätze, die oft parallel der Ebene des Claustrums gerichtet sind, und einen dünnen Axencylinder, aus dem einige Collateralen entspringen. In der kugeligen Zelle *C* scheint der Axencylinder sich in eine laxe Endverzweigung aufzulösen und insofern diese Zelle mit denen mit kurzem Axencylinder, dem sensiblen Typus Golgi's, übereinzustimmen; in anderen Zellen jedoch zeigt dieser Nervenfortsatz keine Verzweigungen, weshalb wir (wenn wir auch keinen positiven Beweis haben, da die gut gefärbten Zellen spärlich waren) dazu neigen, sie für Zellen mit kurzem in eine Faser der weissen Substanz sich fortsetzenden Axencylinder zu halten.

Der Umstand, dass im Claustrum verticale spindelförmige Zellen fehlen, deren Radiärfortsatz die äusseren Schichten der Rinde kreuzt und in der plexiformen endet, lässt vermuthen, dass diese graue Formation von der Inselrinde unabhängig ist und nicht, wie Meynert meinte, für ein Anhängsel der letzten Schicht, d. h. derjenigen der Spindelzellen, gehalten werden darf. Wir vergessen nicht, dass in den gewöhnlichen Regionen des Gehirns die letzte Schicht (Spindel- und polymorphe Zellen) constant den darüberliegenden Schichten coordinirt ist, von deren Axencylinder sie Collateralen empfängt, und durch welche sie stets die bis in die erste Schicht reichenden Radiärschäfte ihrer Zellen sendet. Andrerseits bezeichnen die relativ beträchtliche Grösse der Zellen des Claustrums und die bei ihnen vorwiegende Sternform ebenfalls einen Unterschied und Gegensatz zwischen diesen Zellen und den in den beiden letzten Schichten der Inselrinde gelegenen.

Ebensowenig lässt sich dieser Streif grauer Substanz mit dem Corpus striatum in Zusammenhang bringen. Letzteres characterisirt sich, abgesehen von dem fibrillären Element, durch das Vorhandensein einer sehr engen Schicht kleiner Sternzellen, die reich an divergirenden Dendriten und in ihrer Mehrzahl mit einem kurzen in der Nachbarschaft des Zellkörpers reichlich verzweigten Axencylinder versehen sind. Merk-

male, welche für die Zellen des Claustrums nicht zutreffen. Selbst in Nissl-Präparaten beobachtet man beträchtliche Unterschiede zwischen den Zellen dieser Formation und denen des Corpus striatums; so sind die Zellen jener gross und zeigen im Protoplasma Klümpchen und Netze von Chromatin, während die des Corpus striatum sehr klein, blass und frei von Nissl'schen Klümpchen sind. Wir schliessen daraus, dass das Claustrum eine besondere, von der Inselrinde und vom Corpus striatum verschiedene Formation darstellt, deren physiologische Bedeutung sich nicht näher bestimmen lassen wird, bevor nicht ihre anatomischen Beziehungen zu den grauen Nachbargebieten besser bekannt sind. Jedenfalls verbietet uns die Unzulänglichkeit unserer Kenntnisse von dem Claustrum über die anatomisch-physiologische Bedeutung desselben eine Ansicht auszusprechen.

Die Inselrinde enthält auch sehr complicirte Nervengeflechte. Viele dicke horizontale Fasern, welche unter Verzweigungen durch die Schichten der Körner und der grossen spindelförmigen Zellen ziehen, schienen exogene Leitungen zu repräsentiren; doch hinderte die geringe Zahl der gut gefärbten Fasern, sie genauer zu studiren und mit einiger Sicherheit Ursprung und Ende derselben festzustellen.

Wir fassen zusammen: die Inselrinde nähert sich im Allgemeinen bezüglich der Structur der Hörrinde (erste Temporalwindung), von der einige Merkmale bei ihr wiederkehren, insbesondere die specifischen Riesenzellen mit langem Axencylinder (unsere acustischen Specialzellen); sie besitzt jedoch auch einige Eigenthümlichkeiten, darunter das Fehlen einer Schicht oberflächlicher grosser Pyramiden, die geringe Entwickelung und unbestimmte Abgrenzung der Körnerschicht, das Vorhandensein einer siebenten fibro-cellulären Schicht, die Existenz des Claustrums und vor allem die besondere Form der Pyramiden der fünften Schicht.

CORPUS STRIATUM.

Meine wiederholten Färbungen (Golgi'sche Methode) der Inselwindungen haben einige Male auch vortreffliche Präparate aus den benachbarten Regionen der inneren Capsel und des Corpus striatum zu Tage gefördert.

Es ist nicht meine Absicht, noch wäre es der richtige Ort, hier auf die Structur des Corpus striatum näher einzugehen; um so weniger als sich mit dessen Studium unser Dr. La Villa schon seit mehreren Monaten beschäftigt. Ich will mich daher darauf beschränken mitzutheilen, dass beim Menschen die der Insel benachbarte Gegend des Linsenkernes des Corpus striatum in Beziehung auf die Structur mit dem Corpus striatum kleiner Säugethiere übereinstimmt, da es mir gelang, die verschiedenen Species der von mir im Corpus striatum von Maus und Kaninchen beschriebenen Zellen zu finden.[11])

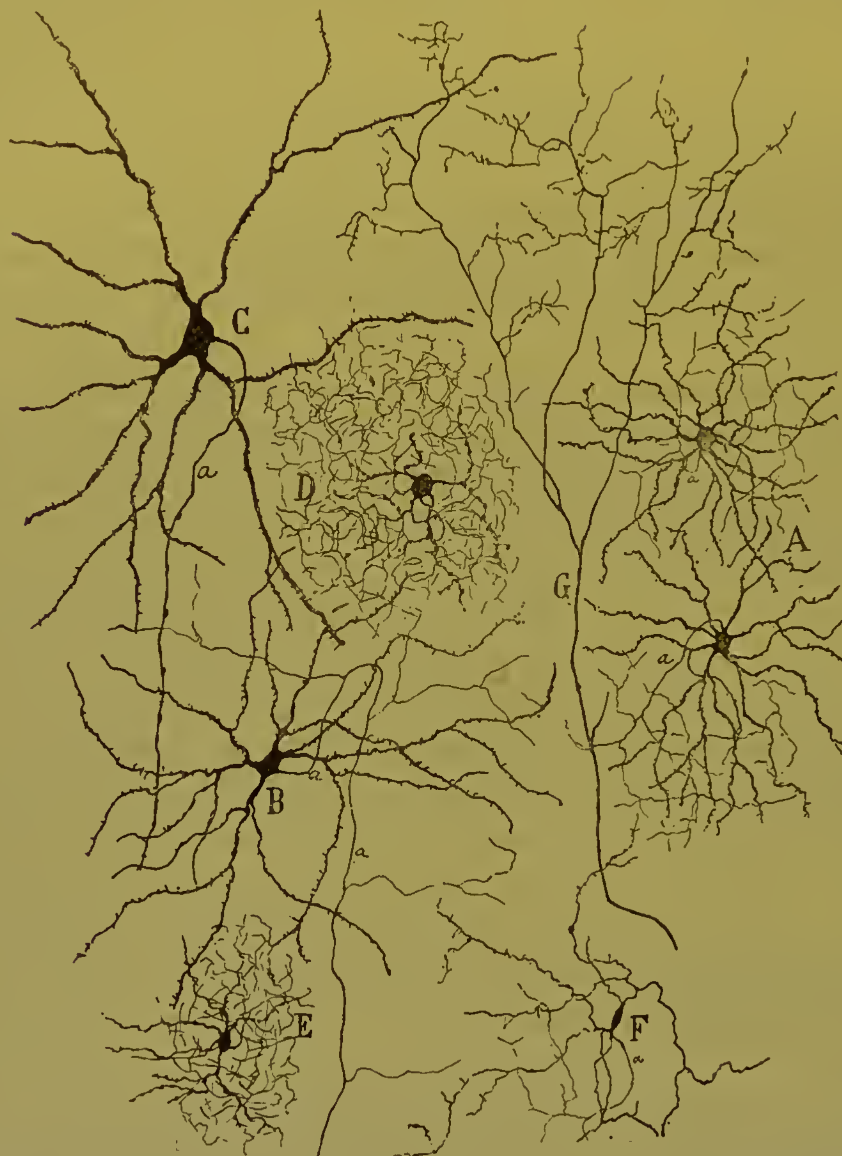
In Fig. 21 sind die verschiedenen in unseren Präparaten gefundenen Zelltypen abgebildet. Wie bekannt, existiren im Corpus striatum zwei Arten von Zellen: solche mit kurzem und solche mit langem Axencylinder. Zwischen diesen sieht man zwei Arten von Endfasern: dicke, wahrscheinlich aus den unteren Ganglien stammende Fasern und Collateralfasern, welche aus den Bündeln des Stabkranzes entspringen.

Von den Zellen mit langem Axencylinder zeigen wir in *B* den gewöhnlichen Typus. Die Zelle ist mittelgross, hat lange, starke Dendriten; der Axencylinder tritt nach einem grossen Bogen und nach Abgabe verschiedener Collateralen abwärts gerichtet in ein Markfaserbündel ein.

Indes existirt neben dieser Varietät, allerdings seltener, noch eine andere grosse Zelle, welche durch sehr lange, dicke divergirende

Dendriten (Fig. 21, *C*) und einen langen Axencylinder charakterisirt ist, der anscheinend abwärts steigt und sich in die Markbündel begiebt.

Fig. 21.



Einige Zelltypen aus dem Nucleus caudatus des Corpus striatum (Nachbarschaft des Claustrum). *A*, kleine Zellen mit kurzem Axencylinder; *B*, Zelle mit langem absteigenden Axencylinder; *C*, Riesenzelle mit langem Axencylinder.

Uebrigens kann man schon in Nissl-Präparaten diese Riesenzelle sehen und beobachten, dass sie selten vorkommt, Sternform besitzt und ihr

Körper, ähnlich wie bei einer motorischen Zelle, reich an Chromatinklümpchen ist.

Die Zellen mit kurzem Axencylinder gehören drei Typen an: a) gewöhnliche Zellen, mittelgross, sternförmig, mit zahlreichen divergirenden, nicht sehr langen stachligen Dendriten und mit kurzem Axencylinder, der von den Autoren, besonders von Marchi[12]), mir, Calleja und Cl. Sala (Vögel) schon beschrieben worden ist (Fig. 21, *A*); b) Zwerg- oder neurogliforme Zelle, mit kugligem Körper, arm an Dendriten, die zart und varikös sind, und mit einem dünnen, sich alsbald in eine sehr dichte, zarte Endverzweigung auflösenden Axencylinder, in deren Lücken die nicht gefärbten Körper von Nervenzellen stecken (Fig. 21, *D*, *E*). Dieser Typus ist von meinem Bruder[13]) und Cl. Sala[14]) beim Basalganglion der niederen Wirbelthiere beschrieben worden; c) spindelförmige und dreieckige Zelle, mit langen, varikösen, netzförmigen Dendriten (Fig. 21, *F*).

Als Beispiel centripetaler Endfasern diene die in Fig. 21 bei *G* reproducirte als eine der am besten gefärbten. Man beobachtet die zahlreichen präterminalen Dichotomien und die kurzen, zarten Verzweigungen, mit welchen die secundären und tertiären Aeste enden, Verzweigungen, welche zuweilen zu lockeren Nestern angeordnet sind und mit den mittelgrossen Zellen mit langem Axencylinder in Verbindung stehen. Beim Kaninchen und der Maus habe ich wiederholt beobachtet, dass diese Verzweigungen ziemlich dichte und gut begrenzte inselartige Geflechte bilden, in denen eine Gruppe von Nervenzellen lagerte. Es ist sehr leicht möglich, dass diese Zellen sämmtlich der Kategorie der Zellen mit langem Axencylinder entsprechen; indes besitzen wir darüber noch keine sicheren Beobachtungen.

Literatur.

[1]) Betz, Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1881, No. 11—13.

[2]) C. Hammarberg, Studien über Klinik und Pathologie der Idiotie nebst Untersuchungen über die normale Anatomie der Hirnrinde. Upsala, 1895.

[3]) M. Schlapp, Der Zellenbau der Grosshirnrinde des Affen Macacus Cynomolgus. Archiv f. Psychiatrie, Bd. 30.

[4]) S. R. Cajal, Die Zellen mit kurzem Axencylinder der Molecularschicht des Gehirns. Rev. trim. micrográfica. Tomo II, 1897.

[5]) Meynert, Handbuch der Gewebelehre von Stricker, 1871.

[6]) Loc. citat.

[7]) Mondino, Ricerche sui centri nervosi. Turin 1887.

[8]) Obersteiner, Anleitung beim Studium der nervösen Centralorgane, 3. Aufl. Wien 1897.

[9]) Loc. citat.

[10]) Siehe Revista trimestral micrográfica, Tomo I 1896. Gesetze der Morphologie und der Dynamik der Nervenzelle.

[11]) Cajal, Einige Beiträge zur Kenntniss der Ganglien des Gehirns. V. Corpus striatum. Anal. de la Socied. españ. de Historia natural. 2. serie, Tomo III, Sitzung vom 1. Aug. 1894.

— Siehe auch: Corps strié, Bibliographie anat. No. 2. 1895.

[12]) Marchi, Sulla fina struttura dei corpi striati e dei talami ottici. Rev. speriment. di Freniatria. XII. 1887.

[13]) P. Ramón y Cajal, Trabajos de la sección de técnica anatómica de la Facultad de Medicina de Zaragoza, 1889.

[14]) Cl. Sala Pons, La corteza cerebral de las aves. Madrid 1893.

KRAEPELIN, Prof. Dr. EMIL, Einführung in die psychiatrische Klinik. 30 Vorlesungen. VIII, 328 S. 1901. M. 8.40, geb. M. 9.60, geb. u. durchsch. M. 11.—

In der Form von Vorlesungen werden hier gewissermassen die Eindrücke eines klinischen Semesters festgehalten. Die diagnostischen Gesichtspunkte sind überall in den Vordergrund gerückt und das klar und anschaulich geschriebene Buch stellt sich dar als eine vortreffliche Einleitung zur klinischen Betrachtung Geisteskranker.

LIPPS, Prof. Dr. TH., Zur Psychologie der Suggestion. Vortrag mit angeschlossener Diskussion. 45 S. 1897. M. 1.20

LOEB, Dr. J., Professor an der Univ. Chicago. **Einleitung in die vergleichende Gehirnphysiologie und vergleichende Psychologie.** Mit besonderer Berücksichtigung der wirbellosen Thiere. VIII, 208 Seiten mit 39 Abbildungen. 1899. M. 6.—

Verf. kommt bei der Behandlung der Gehirnphysiologie zu folgenden Schlüssen: 1) dass die Reflexthätigkeit — und eine solche ist das Leben der niederen Thiere — nicht an das Centralnervensystem gebunden sei (besitzen doch u. a. auch die nervenlosen Pflanzen Reflexe) und 2) dass das Bewusstsein an das associative Gedächtnis geknüpft sei. Die Experimente, die Verf. zur Erweisung dieser Sätze vorführt, sind sehr lehrreich. Das gut geschriebene Buch wird sicherlich weite Beachtung finden.

MARTIN, Lilli u. G. E. MÜLLER, Prof. an der Univ. Göttingen, **Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit.** VIII, 233 S. 1899. M. 7.50

In dem vorliegenden Buche wird der Standpunkt vertreten, dass nicht die Gewinnung äusserlicher Maassgrössen, sondern die Ermittelung der psychologischen Faktoren, welche die Urtheile bestimmen, und die Feststellung der Abhängigkeit, in welcher diese Faktoren zu den verschiedenen Versuchsbedingungen und individuellen Dispositionen stehen, die erste Aufgabe der Untersuchung auf diesem Gebiete ist.

MARTINAK, Prof. Dr. EDUARD, Psychologische Untersuchungen zur Bedeutungslehre. VI, 98 S. 1901. M. 3.—

MÖBIUS, Dr. P. J., Ueber das Pathologische bei Goethe. 208 S. 1898. M. 2.40, geb. M. 3.—

In seinem Buche über Goethe hat der Verfasser zweierlei gethan: Einmal hat er alles zusammengestellt, was Goethe über krankhafte Geisteszustände gedacht hat, insbesondere die lange Reihe pathologischer Gestalten in Goethe's Dichtungen geschildert und besprochen. Sodann aber hat er Goethe's Person vom ärztlichen Standpunkte aus betrachtet und hat gezeigt, dass auch für Goethe der Satz gilt: le génie est une névrose.

Es werden also Goethe's Werke und Person von einem durchaus neuen Standpunkte aus betrachtet, und man gewinnt nach beiden Richtungen hin eine Fülle neuer Einsichten.

MÖBIUS, Dr. P. J., Ueber Schopenhauer. VIII, 264 S. m. 12 Porträts. 1899. M. 4.50, geb. M. 5.50

Der 1. Theil ist ein Gutachten über den Geisteszustand Schopenhauers. In ihm wird auf Grund der Familiengeschichte und der Biographie gezeigt, dass Schopenhauer eine „pathologische Mehrwerthigkeit" war.

Der 2. Theil des Buches enthält eine Kritik der Philosophie Schopenhauers vom Standpunkte des Verfassers aus, die bei aller Schärfe des Urtheils den Kern der Lehre als gesund anerkennt, und die Freunden wie Gegnern Anregung gewähren wird.

MÖBIUS, Dr. P. J., Ueber die Anlage zur Mathematik. VIII, 332 S. mit 51 Bildnissen. 1900. M. 7.—, geb. M. 8.50

Nach M.'s Darstellung wird das mathematische Talent nicht erworben, sondern mit zur Welt gebracht; es ist nicht proportional den anderen geistigen Fähigkeiten, sondern kann bei grosser Intelligenz klein sein und umgekehrt. . . . Der besonderen Geistesbeschaffenheit des Mathematikers entspricht auch eine körperliche Besonderheit: eine ungewöhnlich starke Entwickelung des oberen äusseren Augenhohlenwinkels.

MÖBIUS, Dr. P. J., Ueber Kunst und Künstler. VIII, 296 S. mit 10 Abb. auf 7 Tafeln. 1901. M. 7.—, geb. M. 8.50.

Verf. kommt bei seinen Untersuchungen zu der Annahme bestimmter einzelner Kunsttriebe, deren fünf unterschieden werden. Er zeigt, dass einzelne dieser Triebe bei einzelnen Menschen von Geburt an besonders stark entwickelt sind und dass der ungewöhnlich starke Trieb oder das Talent den Künstler zu seiner Thätigkeit nötigt.

MÖBIUS, Dr. P. J., Neurologische Beiträge. 5 Hefte. 1894—1898. M. 18.—

Inhalt: 1. Heft: Ueber den Begriff der Hysterie und andere Vorwürfe vorwiegend psychologischer Art. VI, 210 S. 1894. M. 4.—

2. Heft: Ueber Akinesia algera. Zur Lehre von der Nervosität. Ueber Seelenstörungen bei Chorea. IV, 137 S. 1894. M. 3.—

3. Heft: Zur Lehre von der Tabes. IV, 154 S. 1895. M. 3.—

4. Heft: Ueber verschiedene Formen der Neuritis. Ueber verschiedene Augenmuskelstörungen. IV, 216 S. 1895. M. 4.—

5. Heft: Ueber die Eintheilung der Krankheiten. Ueber die Behandlung der Nervenkranken und die Errichtung von Nervenheilstätten. Zur Bekämpfung der Nervosität. Ueber die Ursachen der Krankheiten. Ueber den Kampf gegen den Alkoholismus, gegen die Tuberkulose und die venerischen Krankheiten. Ueber das Rauchen. Ueber die Veredelung des menschlichen Geschlechts etc. etc. IV, 176 S. 1898. M. 4.—

MÖBIUS, Dr. P. J., Nervenkrankheiten. Ein kurzes Lehrbuch. VIII, 188 S. 1893. geb. M. 4.50

Deutsche Medizinal-Zeitung: Das gediegene kleine Buch wird sich schnell überall einbürgern. Es enthält bei aller Kürze das Wissenswerteste aus dem Gebiete der Nervenkrankheiten und zwar in so ansprechender originneller Form, dass es das Interesse des Lesers stets fesselt.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.